Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr.med. A.N. Witt

LANGZEITERGEBNISSE DER OPERATIVEN BEHANDLUNG VON FRAKTUREN AM OBEREN SPRUNGGELENK

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Nerlich
aus Landshut

1979

Aus der Orthopädischen Klinik der Universität München
Direktor: Prof. Dr.med. A.N. Witt

LANGZEITERGEBNISSE DER OPERATIVEN BEHANDLUNG VON FRAKTUREN AM OBEREN SPRUNGGELENK

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Michael Nerlich
aus Landshut

1979

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Ludwig Maximilians-Universität München

Berichterstatter:	Priv.Doz. Dr. H. Zenker
Mitberichterstatter:	Prof. Dr. A.N. Witt
Dekan:	Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 23.10.1979

I N H A L T S V E R Z E I C H N I S

A. Einleitung 2

B. Allgemeiner Teil

I. Historischer Überblick 3

II. Funktionelle Anatomie und Biomechanik 9

III. Pathophysiologie der Verletzungen des oberen Sprunggelenkes 12

1) Unfallmechanismen 12
2) Verletzungsmuster und Klassifikation 13
3) Bedeutung der verletzten Einzelstrukturen 16
4) Abnützungserscheinungen am Gelenk 18

IV. Behandlung der Frakturen am oberen Sprunggelenk 21

1) Behandlungsprinzipien 21
2) Indikationsstellung 21
3) Technisches Vorgehen 22
4) Nachbehandlung 24

C. Spezieller Teil

I. Material und Methodik 26

1) Fragestellung 26
2) Nachuntersuchung 26
3) Statistische Auswertung 28
4) Literaturverarbeitung 29

II. Ergebnisse 31

1) Zusammensetzung des Krankengutes 31
2) Die Resultate der Nachuntersuchung 37
3) Beurteilung der Ergebnisse 42

III. Analyse und Diskussion 44

1) Verteilung des nachuntersuchten Kollektivs im Vergleich zum Gesamtkrankengut 44
2) Einflußgrößen auf das Op.-Ergebnis 44
3) Einflußgrößen auf das Nachuntersuchungsergebnis 46
4) Einflußgrößen auf die Arthroserate 47

5) Die Bedeutung der Funktion 49
6) Die Rolle der subjektiven Einschätzung 49
7) Zusammenhänge zwischen Arthroserate, Funktion und subjektiver Beurteilung 50

IV. Kasuistik 51

D. Zusammenfassung 61

E. Literaturverzeichnis 62

F. Lebenslauf 80

E I N L E I T U N G

Die Frakturen des oberen Sprunggelenkes stellen die häufigsten knöchernen Verletzungen belasteter Gelenke dar. Wie bei allen Gelenkfrakturen ist ihre Prognose bei dislozierten Fragmenten und verbleibenden Inkongruenzen als ernst anzusehen. Daher ist die anatomische Wiederherstellung in jedem Fall zu fordern. Aufgrund seiner komplexen Biomechanik und der vielfältigen Verletzungsmuster ist aber eine exakte Reposition und Retention der einzelnen Läsionen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Behandlung oft nicht leicht zu erzielen.

Die Methode der operativen Knochenbruchbehandlung nimmt für sich in Anspruch, aufgrund der Möglichkeit der präzisen Rekonstruktion mit stabiler Fixation und anschließender funktioneller Nachbehandlung, das Ziel der anatomisch exakten Wiederherstellung der Frakturen am oberen Sprunggelenk am besten zu erreichen und Spätschäden dadurch zu verhindern. Die Osteosynthese hat damit die konservative Behandlung der Sprunggelenksfrakturen, die diese Vorteile nicht bietet, weitgehend verdrängt.

Trotzdem sind Spätschäden im Sinne einer schmerzhaften Arthrosis deformans eine immer noch häufige Folge von Frakturen des oberen Sprunggelenkes. Gerade in einer orthopädischen Klinik, in der die Wiederherstellungschirurgie einen breiten Raum einnimmt, wird man mit schwer arthrotisch veränderten Sprunggelenken konfrontiert, bei denen nur noch eine versteifende Operation einen Ausweg darstellt (KOSSYK und KERN (1974) (57)).

Diese sicher nicht erstrebenswerten Endergebnisse vor Augen, war es unsere Absicht, die Resultate der operativen Behandlung der Sprunggelenksfrakturen hinsichtlich der Prävention von Spätschäden anhand einer Nachuntersuchung zu überprüfen. Desweiteren sollte in einer statistischen Auswertung der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Arthrosehäufigkeit und die Zusammenhänge zwischen der Arthrose im Röntgenbild, der klinischen Funktionsprüfung und den subjektiven Beschwerdeangaben untersucht werden.

HISTORISCHER ÜBERBLICK

Die Geschichte der Verletzungen des oberen Sprunggelenkes teilt LAUGE-HANSEN (1948) (64) in drei Perioden ein, denen WEBER (1966) noch zwei hinzufügt:

1) eine klinische,
2) eine experimentelle,
3) eine röntgenologische,
4) eine konservativ-genetische und
5) eine operative Periode.

1) Klinische Periode

HIPPOKRATES (49) gibt als erster etwa um 400 v. Chr. einen genauen Bericht über die Verletzungen der Knöchelregion. Er stellt dabei Luxationen nach vorne, hinten, medial und lateral fest, bei denen er auch Frakturen der Knöchel findet. Bezüglich der Behandlung unterscheidet er geschlossene und offene Frakturen. Bei den letzteren sei eine Reposition nicht nötig, da der Patient innerhalb einer Woche an den Folgen der Wundinfektion sterben würde.

Bei diesem Wissensstand bleibt es lange Zeit und man beginnt sich erst im 18. Jahrhundert intensiver mit den Verletzungen der Knöchelgegend zu befassen. So weist PETIT (1723) (92) darauf hin, daß nur die sorgfältige Reposition der Luxation und eine konsequente Ruhigstellung die damals üblichen Spätfolgen wie deformierte und funktionslose Gelenke vermeiden kann. Er unterstreicht auch die Bedeutung der Bandverletzungen, die ebenfalls sehr ernst genommen werden müßten.

Der Diagnose und Reposition der Fibulafraktur schenkt als erster POTT (1775) (94) größere Beachtung. Um durch eine größtmögliche Muskelentspannung das Repositionsergebnis zu halten, fixiert er die gesamte Extremität mit Pflasterzügen in "Semiflexion", d. h. in halb gebeugter Gelenkstellung.

So werden bis Anfang des 19. Jahrhunderts nach und nach in einer großen Zahl von Arbeiten aufgrund klinischer und autoptischer Erfahrungen sämtliche Verletzungsmöglichkeiten am oberen Sprunggelenk beschrieben.

2) Experimentelle Periode

Der ungeklärten Frage des Entstehungsmechanismus der Knöchelbrüche geht als erster DUPUYTREN (23) 1819 mit seinen Leichenexperimenten nach. Er imitiert Brüche durch seitliches Biegen im Sinne der Abduktion und Adduktion.

MAISONNEUVE (71) (1840) findet als weitere wichtige Entstehungsform die Fraktur durch Außenrotation.

Durch diese drei Frakturmechanismen können nahezu alle in der klinischen Periode gefundenen Frakturformen erzeugt werden, wenn man die Sonderform der Stauchung beiseite läßt. Auch die Reihenfolge und der konstante Ablauf der einzelnen Verletzungen kann bestimmt werden. Lediglich der Mechanismus der Außenrotation, der zu zwei verschiedenen Bruchformen führt, läßt sich nicht ganz erklären.

So produziert MAISONNEUVE eine Außenknöchelschrägfraktur knapp distal der Syndesmose und - bei gleichem Mechanismus, wenn auch seltener - eine hohe Fibulafraktur, die noch heute seinen Namen trägt. Er deutet dies so (zitiert nach HÖNIGSCHMIED (50)):

> " Der Schienbeinknöchel wird nämlich durch die innere Fläche des Sprungbeines von hinten nach vorn und von außen nach innen gedrückt, während die äußere Fläche des Sprungbeines den Wadenbeinknöchel von innen und vorn nach außen und hinten treibt. Der Druck wirkt jedoch verschieden, je nachdem die Schien-Wadenbeinbänder Widerstand leisten oder zerreißen. Im ersten Fall wird der äußere Knöchel abgebrochen, im letzteren kommt es zum Auseinanderweichen der beiden Unterschenkelknochen und wenn der Impuls noch weiter fortwirkt, zu Fractur der Fibula an einer höher gelegenen Stelle. "

HÖNIGSCHMIED (50) bestätigt 1877 die Ergebnisse MAISONNEUVES, widerspricht aber dessen Deutung des Entstehungsmechanismus der unterschiedlichen Außenrotationsfrakturen und mißt der Pronationshaltung des Fußes während der Außenrotation große Bedeutung zu.

QUENU (1906) (95) wiederum gibt bei der häufigen schrägen Außenknöchelspiralfraktur mit intakter Syndesmose als Entstehungsmechanismus die Außenrotation des Fußes in Supinationsstellung an.

Neben den Luxationsfrakturen werden nun auch isolierte Verletzungen am oberen Sprunggelenk experimentell erzeugt und hinsichtlich ihres Entstehungsmechanismus richtig gedeutet.

So beschreibt v. VOLKMANN (1875) (132) als erster einen ventralen Knochenausriß an der Tibiabasis, den er operativ versorgt, und TILLAUX (1890) (129) findet eine Abrißfraktur des Tuberculum tibiale posterius.

So können bis zu Anfang des 20. Jahrhunderts die vielfältigen Verletzungsmöglichkeiten am oberen Sprunggelenk experimentell nachgeahmt und ihre Entstehungsmechanismen weitgehend aufgeklärt werden. Da aber hinsichtlich der Bruchformen noch keine klare Gliederung vorhanden ist, ist eine sinnvolle Einteilung der Knöchelbrüche noch nicht möglich.

3) Röntgenologische Periode

Die Einführung der Röntgenstrahlen in die Diagnostik der Sprungelenksverletzungen bringt einen großen Informationsgewinn mit sich. Erst jetzt zeigt sich das wahre Ausmaß der Häufigkeit von Tibiakantenabbrüchen und Gabelsprengungen, die dem Kliniker zuvor vorenthalten bleiben mußten. Auch sind die in der klinischen Periode häufig beschriebenen reinen Luxationen in Wirklichkeit fast immer mit Frakturen verbunden. So können auch die Tibiakantenabbrüche hinsichtlich ihrer Genese - ob Abscher - oder Abrißfrakturen - näher abgeklärt werden.

Nachdem nun die knöchernen Verletzungen leicht diagnostiziert werden können, beginnt man nach Möglichkeiten zu suchen, die röntgenologisch nicht direkt erkennbaren Bandverletzungen, vor allem aber die Gabelsprengungen feststellen zu können.

So postuliert DESTOT (1907 bis 1913) (19) das Vorhandensein einer Gabelsprengung, wenn die Fibulafraktur proximal des Gelenkspaltes liege.

Als weiteres indirektes röntgenologisches Verfahren, eine Gabelsprengung nachzuweisen, gibt CHAPUT (1908) (13) die Ausmessung der "ligne claire" an, welche den Abstand von Tibia zu Fibula in Höhe des Gelenkspaltes darstellt. Eine Verbreiterung der "ligne claire" zeigt eine Diastase, eine Gabelverbreiterung,an. Diese Methode kann jedoch projektionsbedingt zu falsch negativen Ergebnissen führen.

HANSSON (1941) (41) empfiehlt als Nachweismethode für Gabellockerungen wie Bandrupturen die Arthrographie.

In unklaren Fällen hält L. BÖHLER (1957) (6) die "gehaltene Aufnahme" für indiziert, bei der mittels manuell erzeugter Pronation des Fußes eine Gabelverbreiterung am besten nachgewiesen werden könne. Da aber die Möglichkeit besteht, die Frakturform durch passive Fehlhaltung in Lokalanästhesie auszudehnen, und so erst Bandverletzungen zu setzen, warnt WITT (1960) (144) vor dieser Methode.

Mit Hilfe der Radiographie wird jetzt auch eine Klassifikation der Knöchelbrüche hinsichtlich ihres Entstehungsmechanismus möglich. Eine Einteilung in verschiedene Bruchformen soll als therapeutische Leitlinie die Behandlung der einzelnen Verletzungen erleichtern.

HELFERICH (1914) (44) unterteilt in Supinations-, Pronations-, Eversions- und Inversionsbrüche, was er aber für die Praxis als zu kompliziert erachtet und daher lieber nach Verrenkungs- und Verstauchungsbrüchen unterscheidet.

MATTI (1922) (74) gibt eine Dreiteilung an, die Abduktionsfraktur als häufigste Bruchform, entstanden durch kombinierte Einwirkung von Abduktion mit Pronation und Außenrotation, des weiteren die Eversionsfraktur, einer Form mit besonders starker Außenrotation und schließlich noch die Adduktionsfraktur.

ASHHURST und BROMER (1922) (2) beziehen sich auf die Experimente DUPUYTREN's (1819) und MAISONNEUVE's (1840) und geben eine Klassifikation in Abduktions-, Adduktions-, Außenrotations- und Stauchungsbrüche an, die noch heute im angelsächsischen Schrifttum geläufig ist.

Die genetische Klassifikation von LAUGE-HANSEN (1942) (65) teilt die Knöchelbrüche nach ihrer Genese ein, wobei der einzelne Frakturtyp gekennzeichnet ist durch die traumatisierende Bewegung und die Stellung des Fußes während des Unfalles. Aufgrund des gesetzmäßigen Ablaufes der Einzelverletzungen bei Leichenexperimenten und analogen klinisch- röntgenologischen Befunden kann man so aus dem Röntgenbild vom Bruchtyp auf begleitende Bandverletzungen schließen.

DANIS (1948) (17) empfiehlt eine rein pathologisch-anatomische Einteilung, die vom Verlauf der Fibulafraktur ausgeht. Er unterscheidet Brüche distal, in Höhe und proximal der Syndesmose. Diese Klassifikation hat WEBER (1963) (133) übernommen und geringfügig modifiziert.

4) Konservativ-genetische Periode

Nach Kenntnis der Entstehung der Knöchelfrakturen wird eine sinnvolle Reposition durch Umkehrung des Unfallmechanismus ermöglicht. Deshalb kann erst nach vollständiger Klärung der Genese der Knöchelbrüche durch LAUGE-HANSEN (1942) der für die Funktion des Gelenkes so wichtige Bandapparat bei der Reposition berücksichtigt werden und die bis dahin unzureichenden Ergebnisse verbessert werden.

LORENZ BÖHLER (6) faßt in seinem herausragenden Werk "Die Technik der Knochenbruchbehandlung" (1941/1957) die Grundlagen der konservativen Therapie zusammen. Das unblutige Vorgehen, d.h. die manuelle Reposition der dislozierten Knochenfragmente durch Umkehrung des Entstehungsmechanismus, ist vor Beginn der antibiotischen Ära die Therapie der Wahl. Bezüglich der sich anschließenden Fixation bis zur knöchernen Heilung setzt sich schon bald der Gipsverband gegenüber Pflasterverbänden oder Extensionen durch.

Es zeigt sich aber, daß der konservativen Therapie Grenzen gesetzt sind und daß die Rate der unbefriedigenden Heilungen

ziemlich hoch liegt. So müssen z. B. MAGNUSSON (1944) (70) in 32,5%, REIMERS (1953) (98) in 30% und DINSTL und SPÄNGLER (1963) (22) in 37,9% der Fälle ein unbefriedigendes Resultat hinnehmen.

Die Ursache für die schlechten Ergebnisse sieht FELSENREICH (1937) (29) in der Entstehung der posttraumatischen Arthrose, und L. BÖHLER (6) bemerkt 1941 dazu:

> "Jede auch die kleinste, im Röntgenbild sichtbare Verschiebung oder Achsenfehlstellung kann dauernde Beschwerden verursachen, wenn die Gelenkflächen nicht mehr kongruent sind und sich deshalb abschleifen."

Die häufigsten Mißerfolge sieht er deshalb in der unvollständigen Reposition begründet, häufig bedingt durch Interposition von Band-, Sehnen-, Fascien- oder Periostlappen im Frakturspalt und in zu kurzer Ruhigstellung der verletzten Extremität.

REIMERS (1953) (98) macht in erster Linie das Abrutschen der Fragmente im Gipsverband für die schlechten Ergebnisse verantwortlich.

Andere Autoren sehen in der langen Gipsruhigstellung einen weiteren Grund für unbefriedigende Resultate. So meint MATTI bereits 1922 (74):

> "Mit Rücksicht auf die schädigende Einwirkung der Immobilisierung, auf deren Schuldkonto ein erheblicher Teil der dauernden Invalidität nach Knöchelbrüchen entfällt, ist jedoch die Anwendung des Gipsverbandes bei Knöchelfrakturen auf Ausnahmefälle zu beschränken."

Da also die konservative Knochenbruchbehandlung am Sprunggelenk nicht in allen Fällen zu befriedigenden Resultaten führt, sucht man nach anderen Behandlungsmethoden, bei denen die genannten Nachteile nicht vorliegen.

5) Operative Periode

Trotz des gefürchteten Risikos der Wundinfektion entschließen sich schon früh manche Chirurgen, Knöchelfrakturen operativ zu versorgen. Schon 1875 wird eine offene Sprunggelenksfraktur durch v. VOLKMANN (132) erstmals operativ angegangen. Auch LAUENSTEIN (1899) (63) diskutiert bei isolierten Tibiavorderkantenfragmenten als therapeutisches Vorgehen, das "Annageln" des Fragmentes.

Eine systematische operative Frakturbehandlung beginnt mit LANE (1893-1921) (60) und LAMBOTTE (1913) (59). Doch gehen die Ansichten über die anzuwendende Technik, die Indikation

und das Ausmaß des Eingriffes in der Literatur stark auseinander. So wird zu Anfang die operative Knochenbruchbehandlung nur bei Fällen angewandt, bei denen die konservative Therapie versagt, wie z. B. nach mehrmaligen vergeblichen Repositionsversuchen. Ebenso werden nicht behebbare Stufenbildungen an den Tibiakanten operativ fixiert. Diese Richtung, die operative Frakturenversorgung als Mittel der letzten Wahl anzusehen, wird vor allem von L. BÖHLER (1957) (6) und CHARNLEY (1957) (14) vertreten.

Andere Chirurgen sind in der operativen Behandlung forscher. MATTI (1922) (74), z.B. stellt die Indikation zur Verschraubung oder zur Drahtnaht bei jungen Leuten nach ungenügender Reposition vor allem des Innenknöchels und von Tibiakantenabbrüchen, da diese Formen bei konservativer Therapie eine ungünstige Prognose haben. Er hält auch die Versorgung der Gabelsprengung mit doppelter Verschraubung für notwendig.

Mit verbesserter Asepsis kommt es auch zur wachsenden Radikalität der Eingriffe und zu einer großzügigen Indikationsstellung. DANIS (1948) (17) und später WEBER (1963) (139) mit der Schweizerischen Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen sind die aktivsten Verfechter der operativen Knöchelbruchbehandlung. Als Vorteile des operativen Vorgehens führen sie die anatomisch genaue Reposition unter Sicht des Auges an, gefolgt von einer stabilen Fixation der Fragmente mit Metallimplantaten. Die innere Fixation ermöglicht eine primäre Knochenheilung ohne Kallusbildung und erübrigt eine äußere Fixation durch den Gipsverband. Dadurch wird eine baldige Mobilisation der betroffenen Extremität und des verletzten Gelenkes ermöglicht. Die Nachteile der langen Gipsmobilisation wie sekundäre Gelenksteife, Muskelatrophie und die Begünstigung des Auftretens einer SUDECK'schen Dystrophie können durch eine übungsstabile Osteosynthese vermieden werden.

All diese Vorteile überzeugten nach und nach eine Vielzahl von operativ tätigen Ärzten und führten dazu, daß die operative Versorgung von Sprunggelenksfrakturen heute häufig die Therapie der Wahl ist.

FUNKTIONELLE ANATOMIE UND BIOMECHANIK

Durch den aufrechten Gang des Menschen ist der Fuß zum reinen Stützorgan geworden. Die rechtwinkelige Abknickung des Fußes zum Unterschenkel bildet dabei einen Winkelhebel, der die Fortbewegung möglich macht. Die gelenkige Verbindung zwischen Unterschenkel und Fuß besteht aus dem oberen und unteren Sprunggelenk. Im oberen Sprunggelenk (Articulatio talocruralis) bildet die Tibia mit der Schienbeinbasis und dem Innenknöchel zusammen mit dem Außenknöchel der Fibula eine Gelenkgabel mit Gelenkflächen an der Tibiabasis und am Innen- und Außenknöchel. In dieser Zange fügt sich die Sprungbeirolle, Trochlea tali, als Gelenkkopf ebenfalls mit drei Gelenkflächen ein.

Das untere Sprunggelenk ist durch das Ligamentum talocalcaneum interosseum in zwei Gelenkkammern getrennt, die aber eine funktionelle Einheit bilden. Dies ist das hintere untere Sprunggelenk (Art. subtalaris), in dem der Talus auf dem Calcaneus ruht, und das vordere untere Sprunggelenk (Art. talo-calcaneo-navicularis), in dem sich der Talus mit dem Caput tali nach vorn gegen das Naviculare abstützt (ROHEN (107)).

Die Beweglichkeit des Fußes und die große Anpassungsfähigkeit beim Gehen auf unebenen Boden ist nur möglich durch das Zusammenspiel von oberen und unterem Sprunggelenk.

Die Hebung und Senkung des Fußes erfolgt im oberen Sprunggelenk um eine frontale Achse und wird als Plantarflexion und Dorsalflexion bezeichnet.

Die Bewegung im unteren Sprunggelenk findet um eine von lateral-dorsal-plantar nach medial-ventral-cranial gerichtete Achse statt. Hierbei wird die Hebung des medialen Fußrandes als Supination, die Hebung des lateralen Fußrandes als Pronation bezeichnet. Diese Bewegungen sind Kombinationsbewegungen, welche bei der Supination eine Adduktion des Rückfußes und Inversion des Vorfußes umfassen und bei der Pronation eine Abduktion des Rückfußes und Eversion des Vorfußes beinhalten. So entsteht im unteren Sprunggelenk eine Art "Maulschellenbewegung"(LANZ, WACHSMUTH (61)).

Aufgrund des funktionellen Zusammenspiels bilden oberes und unteres Sprunggelenk durch die besondere Stellung der Gelenkachsen ein komplexes Kardangelenk mit dem Bewegungsumfang eines Kugelgelenkes (SCHENK (117)). Diese hohe Beweglichkeit wird noch durch das CHOPART'sche und LISFRANC'sche Gelenk im Sinne der Inversion und Eversion des Vorfußes erhöht.

Wie BARNET und NAPIER (1952) (3) zeigen konnten, ist das obere Sprunggelenk aber keineswegs als ein schlichtes Scharniergelenk anzusehen. Aufgrund der Form der Talusrolle, die ventral breiter ist als dorsal, verläuft die Bewegungsachse in der Frontalebene von medial-cranial nach lateral-caudal. Während nämlich die laterale Talusrollenkante einen konstanten Krümmungsradius aufweist, ist der mediale Krümmungsradius des Talus ventral kleiner als dorsal. Dies bedeutet, daß der Talus aufgrund seiner unterschiedlichen Breite und der verschiedenen Krümmungsradien bei der Dorsalflexion eine Innenrotation erfährt, die eine geringe Abduktion des Fußes bewirkt. Desgleichen führt eine Plantarflexion über eine Außenrotation des Talus zu einer leichten Adduktion des Fußes (WEBER (1966) (133), SCHENK (1978) (117), WIRTH et al. (1978) (143)).

Die Fibula, die in der Incisura tibiae über die Syndesmosenbänder mit der Tibia straff verbunden ist, muß, um die Kongruenz des Gelenkes zu bewahren, den Bewegungen des Talus folgen. So bewirkt eine Dorsalflexion eine Verschiebung der Fibula nach dorsal, lateral und proximal, die Plantarflexion eine leichte Bewegung des Außenknöchels nach ventral, medial und distal (BARNET und NAPIER (3), WEBER (133), CEDELL (12), HENKEMEYER (45)). Über die dabei auftretenden Rotationsbewegungen der distalen Fibula divergieren noch die Meinungen der eben angeführten Autoren, so daß die Rolle der Rotationsbewegungen noch nicht endgültig geklärt ist (SCHENK (117)). Ohne Zweifel kommt der Integrität der einzelnen Strukturen bei dem nötigen präzisen Zusammenspiel in diesem statisch stark belasteten Gelenk eine sehr große Bedeutung zu.

In der Malleolengabel wird der Talus durch einen kräftigen Bandapparat (Abb.1) geführt, der aus den medialen und lateralen Kollateralbändern besteht. Im einzelnen verbindet das Lig. deltoideum mit vier straffen Bandzügen den Innenknöchel mit dem Talus bzw. mit dem Calcaneus. Der Außenknöchel wird mit dem Talus durch die Ligg.talofibulare anterius et posterius und mit dem Calcaneus durch das Ligg.calcaneofibulare verbunden. Es wird also der Talus, an dem selbst keine Sehne inseriert, durch beiderseits von den Knöcheln zum Calcaneus übergreifende Bänder in der Gelenkgabel geführt. Der sehr wichtige feste Zusammenhalt zwischen Tibia und Fibula wird neben der Membrana interossea durch straffe, zwischen Fibula und Tibia verlaufende Bandzüge hergestellt, den Ligg.tibiofibulare anterius et posterius. Diese beiden Bänder werden auch als vordere bzw. hintere Syndesmose bezeichnet.

Der Bandapparat des oberen Sprunggelenkes wird beim Gehen stark auf Zug belastet. So konnten WIRTH et al. (1978) (43) zeigen, daß in Plantarflexion die Seitenbänder, in

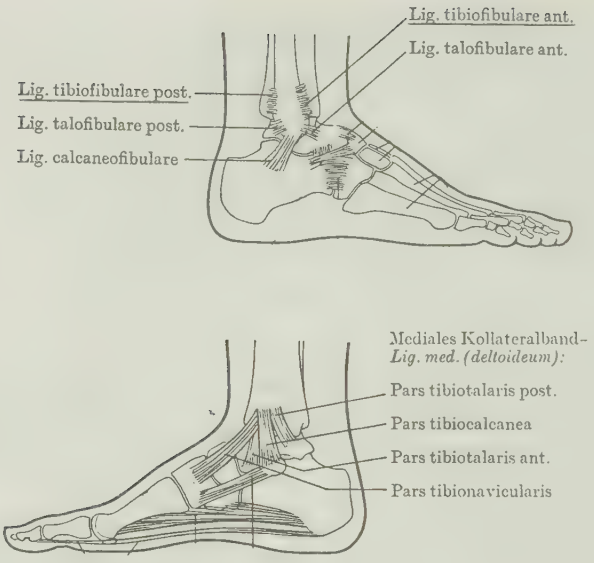


Abb. 1

Bandverbindungen am oberen Sprunggelenk (nach ROHEN)

Mittelstellung der dorsomediale Bandapparat und in Dorsalflexion alle Bänder mit Ausnahme der hinteren Syndesmose besonders angespannt werden. Für die Stabilisierung des oberen Sprunggelenkes ist daher die normale Funktion des Bandapparates von entscheidener Bedeutung.

Während des Gehaktes ist das obere Sprunggelenk erheblichen Drucken in der Unterschenkellängsachse ausgesetzt. So errechnete WEBER (133) für den Zehenstand Gelenkdrucke vom dreifachen des Körpergewichtes. ROESLER (1976) (106) errechnete Maximalwerte für freie stabile Gliedmaßenstellungen, die das vier- bis fünffache der momentanen Bodenkraft nicht überschreiten. Diese axiale Druckbelastung wird hauptsächlich von der Tibiabasis aufgefangen. Daneben treten aber auch noch Schub-, Scher- und Rotationskräfte mit Valgustendenz auf, die zwar in den einzelnen Gangphasen unterschiedlich groß sind, aber allesamt von der Malleolengabel und dem Kapselbandapparat stabilisiert werden müssen. Von besonderer biomechanischer Bedeutung sind dabei die Scherkräfte, die sich während der Phase des Auftretens der Ferse auswirken. Dabei wird der Talus nach dorsolateral gegen die hintere Tibiabasis und gegen die Fibula gedrängt. Die Syndesmose, das Band mit der höchsten Reißfestigkeit und elastischen Dehnbarkeit am oberen Sprunggelenk (SAUER (1978) (115)), wirkt dabei als Stoßdämpfer und - mit dem Außenknöchel zusammen - als Auffanglager für die Scherkräfte, die Werte erreichen können, die dem halben Körpergewicht entsprechen (WILLENEGGER, WEBER (1965) (140)). Somit kommt dem Fibula-Syndesmosenkomplex eine überragende Bedeutung bei der Stabilisierung des oberen Sprunggelenkes zu.

PATHOPHYSIOLOGIE DER VERLETZUNGEN DES OBEREN SPRUNGGELENKES

1) Unfallmechanismen

Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes entstehen nur selten durch direkte Traumatisierung wie z.B. Stoß oder Schlag gegen das Gelenk sondern sind größtenteils indirekter Art, d.h. sie führen zu unphysiologischen Bewegungen im Gelenk. Diese Bewegungsausschläge, die über das physiologische Maß hinaus gesteigert sind und normalerweise nicht vorkommen, unterliegen bestimmten Gesetzmäßigkeiten und haben die folgenden Möglichkeiten, sich auszuwirken:

1. Als Umknickbewegung: Eine Steigerung der Adduktion bzw. Abduktion des unteren Sprunggelenkes über das physiologische Maß hinaus bewirkt eine Ab- oder Adduktion des Talus in der Knöchelgabel mit der Folge der Abscherung bzw. des Abrisses einzelner Knöchel und der daraus resultierenden Luxation des Fußes.

2. Im Sinne einer Torsionsbewegung: Beschreibt die Fußspitze als langer Hebelarm einen Kreis um den Talus als Mittelpunkt, so bewirkt diese Torsionsbewegung bei fixiertem Unterschenkel eine Rotation des Talus in der Knöchelgabel mit entsprechenden Knöchelverletzungen.

Diese beiden Mechanismen können auch kombiniert auftreten, vor allem in der Phase des "Fußfassens", d.h. beim ersten Bodenkontakt. Stabilisierend gegen diese Drehmomente wirken sich die Unterschenkel- und Fußmuskeln aus (WEBER (1966) (133)). Wenn diese jedoch bei einem plötzlichen, überraschend einwirkenden Torsionsmoment nicht rechtzeitig aktiviert werden können, reicht schon ein Drehmoment von 5 bis 8 mkp aus, um zu einer knöchernen Läsion zu führen (LEWIS (1964) (67)).

3) Die axiale Stauchung des Sprunggelenkes kommt noch als weiterer Unfallmechanismus hinzu. Für die Entstehung dieser schweren Stauchungsverletzungen sind Druckkräfte von 300 bis 500 mkp - wie LEWIS nachwies - notwendig. Bei der Kompression des Sprunggelenkes drängt sich der Talus, der aufgrund seiner Knochenarchitektur eine höhere Druckfestigkeit als die Tibiabasis aufweist, wie ein Keil in diese und splittert sie auf (HACKENBRUCH (1977) (40)). Die so entstehenden Trümmerfrakturen der distalen Tibiagelenkfläche werden auch PILON-TIBIAL-Frakturen genannt.

Je nach Energieaufwand und Stellung des Fußes zum Zeitpunkt des Traumas sind Kombinationsmöglichkeiten dieser drei Unfallmechanismen möglich, die dann zu unterschiedlichen Bruchformen führen.

2) Verletzungsmuster und Klassifikation

Seit DUPUYTREN (1819) (23) ist es ein Anliegen vieler mit Sprunggelenksverletzungen befaßter Chirurgen, in den vielfältigen Bruchformen Gesetzmäßigkeiten aufzudecken, um die Frakturen nach Gesichtspunkten einteilen zu können, die eine Aussage über die Schwere der Fraktur, ihre Prognose, über therapeutische Konsequenzen und eine einheitliche Befundübermittlung möglich machen soll.

Diese Gesetzmäßigkeiten liegen bei den indirekten Traumen vor. Somit war es auch möglich, alle klinisch gefundenen Verletzungsmuster erxperimentell nachzuvollziehen.

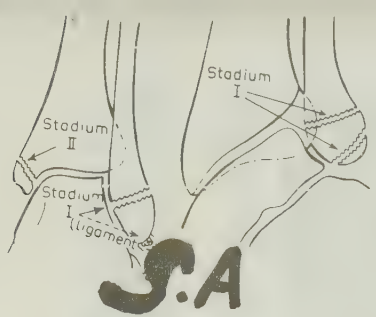
Die ausführlichsten experimentellen Untersuchungen auf dem Gebiet der Genese und Klassifikation der Sprunggelenksfrakturen stellte LAUGE-HANSEN (1942/1950) (65) an. In seinen Leichenversuchen fand er vier verschiedene Verletzungsmechanismen, die er nach der Stellung des Fußes zum Zeitpunkt des Traumas und nach der traumatisierenden Bewegung benannte. Die Zahl der nacheinander mit steigender Gewaltanwendung auftretenden Einzelläsionen gibt dabei den Schweregrad an (Abb. 2).

Er fand folgende Verletzungsmuster:

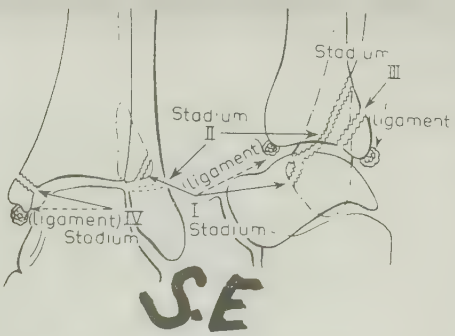
1. die Supinations-Adduktionsfraktur (SA),
2. die Pronations-Abduktionsfraktur (PA),
3. die Supinations-Eversionsfraktur (SE),
4. die Pronations-Eversionsfraktur (PE).

1. Die Supinations-Adduktionsfraktur (SA).
Die Adduktion des Talus bei supiniertem Fuß führt zu einer Ruptur des Außenbandes bzw. einer queren Abrißfraktur des Außenknöchels ohne Verletzung der Syndesmosenbänder. Bei Fortbestehen der traumatisierenden Bewegung wird der Innenknöchel im Sinne einer Meißelfraktur abgeschert. (Abb. 2 a)

2. Die Pronations-Abduktionsfraktur (PA).
Die Abduktion des Talus bei proniertem Fuß führt zu einem Riß des Deltabandes bzw. einer queren Abrißfraktur des Innenknöchels. Als nächstes erfolgt die Ruptur der vorderen und hinteren Syndesmose bzw. deren knöcherner Ausriß. Als letztes frakturiert der Außenknöchel mit lateralem Biegungskeil. (Abb. 2 c)



a) Supinations - Adduktions - Fraktur



b) Supinations - Eversions - Fraktur

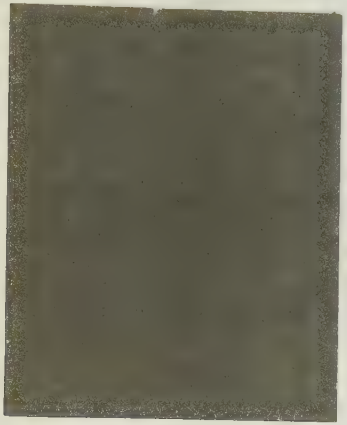
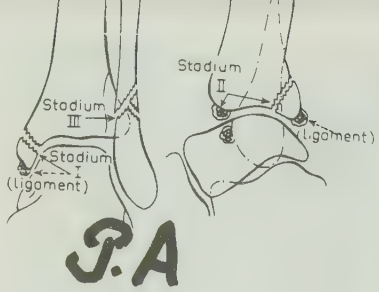
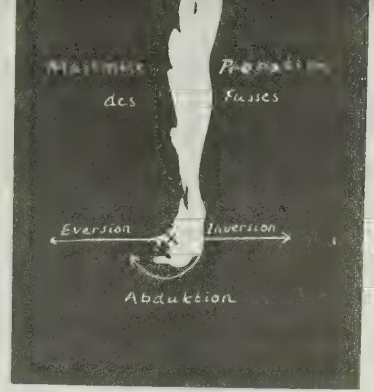
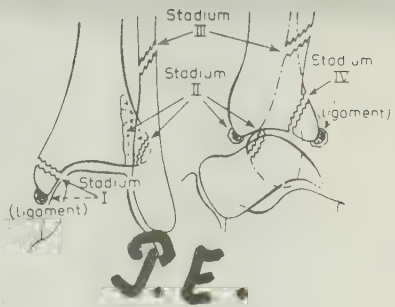


Abb. 2 Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach LAUGE - HANSEN

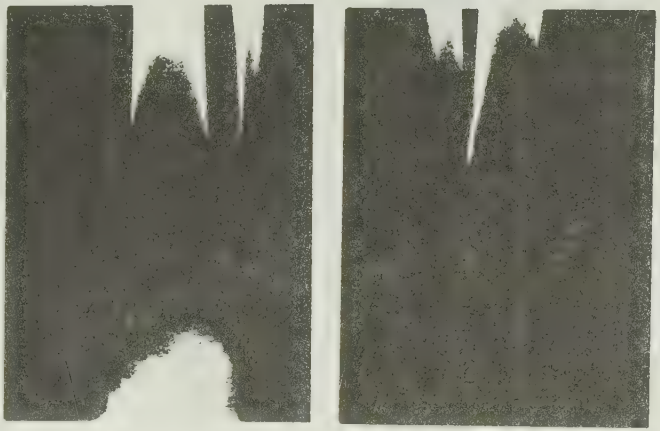


c) Pronations - Abduktions - Fraktur





d) Pronations - Eversions - Fraktur



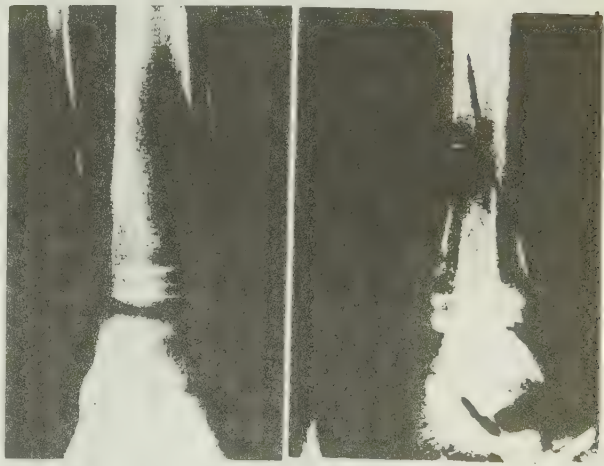


Abb. 2 Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach LAUGE - HANSEN

3. Die Supinations-Eversionsfraktur (SE).
Erfährt der supinierte Fuß ein Drehmoment nach außen im Sinne der Außenrotation, so reißt als erstes das vordere Syndesmosenband, gefolgt von einer nach proximal-dorsal schräg ansteigenden Außenknöchelspiralfraktur. Eine fortbestehende Traumatisierung führt zu einer Abrißfraktur eines latero-dorsal gelegenen Tibiakantenfragmentes als Zeichen der Schädigung der hinteren Syndesmose. Eine zusätzliche Innenknöchelabrißfraktur ist als Beweis für eine noch weitergehende Außenrotation zu werten. (Abb. 2 b)

4. Die Pronations-Eversionsfraktur (PE).
Die Außenrotation des pronierten Fußes führt zu einem Innenknöchelabriß, gefolgt von einer Ruptur der Syndesmose. Eine größere Krafteinwirkung läßt eine Außenknöchelfraktur proximal der Syndesmose bis hinauf zur MAISONNEUVE-Fraktur entstehen. Dabei führt eine Abrißfraktur eines hinteren Tibiakantenfragmentes zu einer Ruptur der Membrana interossea bis in Höhe des Frakturspaltes. (Abb. 2 d)

Der Ausdruck Eversionsfraktur ist unglücklich gewählt, weil mit Eversion seit FICK (1892) (30) eine Bewegung innerhalb der Fußachse, nämlich die Anhebung des lateralen Fußrandes, bezeichnet wird. Der von LAUGE-HANSEN verwendete Eversionsbegriff bezeichnet aber eine Rotation der Fußspitze um die Unterschenkelachse nach außen und sollte daher sinngemäß als Außenrotation bezeichnet werden (CEDELL (1967) (11)). Kritik an dieser mißverständlichen Ausdrucksweise wurde bereits früh geübt (MAGNUSSON (1944) (70)), doch wollen wir den Ausdruck Eversion im Zusammenhang mit der Frakturenklassifikation als historisch entstanden weiter verwenden.

Obwohl die meisten Sprunggelenksfrakturen nach LAUGE-HANSEN klassifiziert werden können und die intraoperativen Befunde die röntgenologisch gefundenen Läsionen bestätigen, führen doch Faktoren wie Alter und Gewicht des Patienten, Muskelspannung und kinetische Sturzenergie zu individueller Modifikation mit der Folge, daß sich manche Frakturen nicht klar einordnen lassen (SPIER (1978) (125)).

Die Kenntnis der subtilen Klassifikation nach LAUGE-HANSEN macht eine eingehende Auseinandersetzung mit der Genese der Sprunggelenksfrakturen notwendig, die für die konservative Behandlung im Sinne der Umkehrung des Frakturmechanismus unumgänglich ist.

Eine so eingehende Kenntnis über die Entstehungsweise der Einzelläsionen ist für das therapeutische Vorgehen bei der operativen Behandlung zwar nicht notwendig, das Wissen um die bei verschiedenen Verletzungssystemen gefundenen, röntgenologisch nicht direkt feststellbaren Bandläsionen, ist aber für die Indikationsstellung von Bedeutung.

Eine am pathologisch-anatomischen Substrat der Läsionen orientierte und damit mehr auf die Belange der operativen Behandlung ausgerichtete Einteilung der Sprunggelenksfrakturen gibt DANIS (1949) (17) an, die WEBER (1966) (133) modifiziert hat.

Diese Klassifikation unterstreicht die Rolle der Syndesmosenläsion, indem unterschieden wird in Frakturen

distal

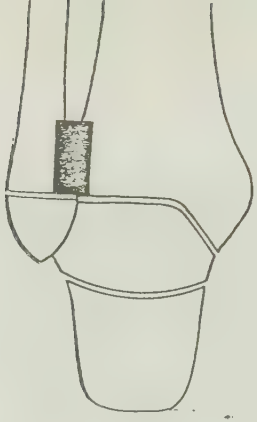
in Höhe und

proximal der Syndesmose. (Abb. 3)

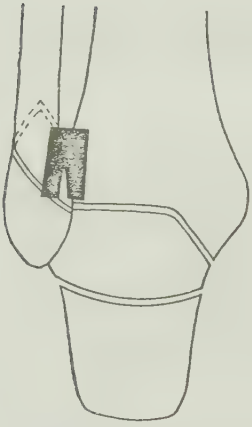
Beim Typ A ist die Fibula distal der Syndesmose gebrochen, beim Typ B in Höhe der Syndesmose und damit die Syndesmose fraglich verletzt und beim Typ C ist die Fibula proximal der Syndesmose frakturiert und die Syndesmose damit sicher gerissen. Somit wird die Bedeutung des Zustandes des Fibulasyndesmosenkomplexes für die Indikationsstellung zur Operation in den Vordergrund gerückt. Das operationstaktische Vorgehen hängt hierbei ganz vom jeweiligen Frakturtyp ab. Durch die alleinige Berücksichtigung des Fibula-Syndesmosenkomplexes ist die prognostische Aussagekraft eher eingeschränkt, da die Zahl und die Art der verletzten Einzelstrukturen unberücksichtigt bleibt. Die klare Einteilung mit dem Vorteil der leichten Verständigung über den vorliegenden Befund hat zur weiten Verbreitung dieser Klassifikation sicher beigetragen.

Wenn auch die Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach WEBER die genetische Klassifikation nach LAUGE-HANSEN im deutschen Sprachraum weitgehend verdrängt hat, so sollte man letztere doch nicht in Vergessenheit geraten lassen. Es ist nicht sinnvoll, künstliche Unterschiede zwischen beiden Einteilungen zu machen, da beide sich im großen und ganzen doch ähneln (Abb. 4). Bei einer subtilen Analyse von Verletzungen des oberen Sprunggelenkes wird man auch in Zukunft nicht auf die detaillierte Unterteilung der LAUGE-HANSEN'schen Klassifikation verzichten können.

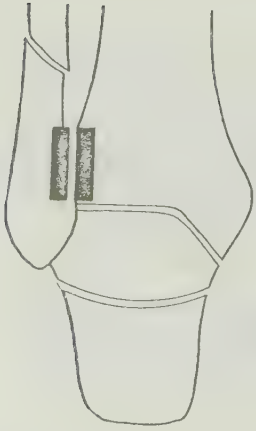
Für die Stauchungsfrakturen des distalen Unterschenkelendes, den PILON-TIBIAL-Frakturen gibt es mehrere Einteilungen auf pathologisch-anatomischer Grundlage, die verschiedene Kriterien in den Vordergrund stellen (WEBER (1966) (133),



Typ A



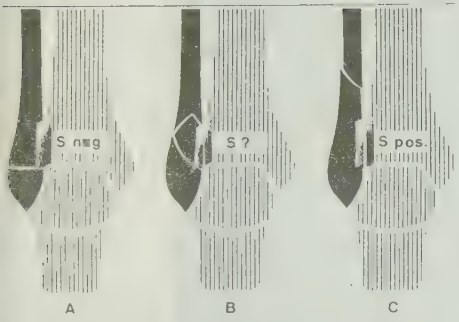
Typ B

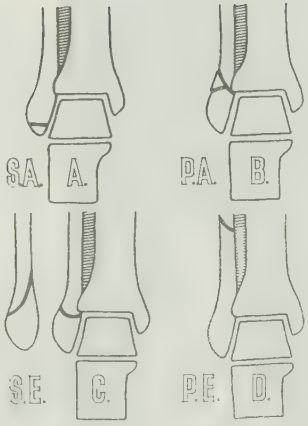


Typ C

Abb. 3

Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach WEBER





a) Einteilung nach WEBER

b) Einteilung nach LAUGE-HANSEN

Abb. 4 Gegenüberstellung der Klassifikationen nach WEBER und LAUGE-HANSEN.

RÜEDI et al. (1968) (108), M.E. MÜLLER et al. (1977) (84)). Da man aufgrund der vielen unterschiedlichen Verletzungsmuster bei den PILON-TIBIAL-Frakturen nur grob in Spaltbrüche und Impressionsbrüche, jeweils auch in Kombination mit Zertrümmerungen, unterteilen kann und die therapeutische Konsequenz mit dem Ziel der stufenlosen Rekonstruktion der Tibiabasisfläche dabei immer die gleich ist, befriedigen die derzeitigen Klassifikationen noch nicht. (DÜRIG (1978) (24)).

3) Bedeutung der verletzten Einzelstrukturen

Das komplexe Zusammenspiel der gelenkbildenden Strukturen macht eine Wertung der einzelnen verletzten Gelenkstrukturen notwendig. Denn obwohl Gelenkfrakturen immer mit Schädigungen des Gelenkknorpels einhergehen, und somit die Möglichkeit eines frühzeitigen Gelenkverschleißes gegeben ist, hat die Verletzung verschiedener Gelenkstrukturen doch unterschiedliche prognostische Bedeutung. Deshalb wurde immer wieder versucht die Pathophysiologie der Gelenkstrukturen experimentell nachzuvollziehen, um daraus die Auswirkung von Fehlstellungen, wie sie nach Gelenkfrakturen auftreten können, feststellen zu können.

Während man den Verletzungen des Innenknöchels bis Mitte der Fünfziger Jahre erstrangige Bedeutung bezüglich der Biomechanik des Sprunggelenkes zumaß, hat sich das Bild durch neuere Untersuchungen gewandelt.

So bewirkt nach YABLON (1977) (146) eine quere Osteotomie des Innenknöchels in Höhe des Gelenkspaltes kaum eine Valgusinstabilität und nur eine geringe Rotationsverschieblichkeit. Angaben in der Literatur (WEBER (1966) über das folgenlose Fehlen des Innenknöchels nach Exstirpation wegen Zertrümmerung oder nicht durchbauter Pseudarthrose können wir ebenfalls bestätigen (Abb. 5).

Bei Durchtrennung des Deltabandes fand YABLON überhaupt keine Instabilität. Dieser experimentelle Befund deckt sich mit den klinischen Erfahrungen HEIMS (1978) (43), der bei Nachuntersuchungen keine nachteiligen Auswirkungen im Verzicht auf die Naht des Deltabandes sah.

Eine Läsion der Tibiabasis - von der isolierten Kantenfraktur bis hin zu Impressionstrümmerbrüchen - stellt aufgrund der Tragefunktion bei hoher Belastung stets eine prognostisch ernste Verletzung dar. Kommt es dabei zur Ausheilung mit Stufenbildung, so ist eine Inkonkruenz der Gelenkflächen mit resultierendem frühzeitigen Knorpelverschleiß zu befürchten. Da eine Läsion dieser Region fast immer mit Verletzungen anderer Gelenkstrukturen einhergeht, ist das Vorliegen einer Tibiabasisläsion als ein Indiz für die Schwere des Traumas anzusehen (NIETHARD (1977) (88)).

a) Unfallbild

b) postoperatives Bild

c) Nachuntersuchungsbild nach 63 Monaten

Abb. 5

G.S., 21j., ♀, Angestellte, Nr 24
Beifahrerin bei PKW-Unfall im Ausland. Bimalleoläre Luxationsfraktur rechts, Typ Weber B. Fibulamehrfachfraktur in Höhe der Syndesmose mit knöchernem Syndesmosenausriß. Innenknöchelzertrümmerung.

Zuggurtung der Fibula mit Fixation des ausgesprengten Syndesmosenansatzes. Innenknöchel wird wegen Zertrümmerung entfernt.

Nach 63 Monaten: keine Beschwerden, freie Funktion, keine Instabilität.
Röntgen: keine Arthrose, aber Verkalkung im Bereich des Deltabandes.

Dem Außenknöchel kommt zusammen mit der Syndesmose eine führende Rolle hinsichtlich der Biomechanik und - bei Verletzung dieser Strukturen - entsprechend auch der Pathomechanik des oberen Sprunggelenkes zu. Dies ergaben die Untersuchungen von WILLENEGGER (1963/1965) (139) und RIEDE et al. (1971) (102). Die Dislokation der einzelnen Fragmente bringt nach knöchernen wie ligamentären Läsionen eine empfindliche Störung der Gelenkmechanik mit sich.

Eine Lateralisation des Außenknöchels um nur 1 mm verringert - bedingt durch die nachfolgende Valgusknickung und Lageänderung des Talus - die Fläche des Gelenkkontaktes beträchtlich. RIEDE (1971) (103) fand bei experimentellen Untersuchungen eine Reduktion um 52 %, RAMSEY (1976) (96) bei ähnlichen Untersuchungen eine Reduktion um 42 % der Gelenkkontaktfläche. Dabei war gerade der dorso-laterale Bereich am stärksten betroffen, der bereits im normalen Bewegungsablauf mechanisch exponiert ist.

An der Fibula führt eine experimentell gesetzte schräge Osteotomie in Höhe des Gelenkspaltes zu starker Valgusinstabilität und einer Außenrotation von 30 Grad (YABLON) (1977) (146). Eine Verkürzung der Fibula um 3 mm führt im Experiment zu einer deutlichen Außenrotationsfehlstellung (HENKEMEYER et al. (1975) (45)), welche als Ursache wiederum einer Reduktion der Kontaktzone um über 50 % anzusehen ist (MARTINEK et al. (1978) (72)).

Die Bedeutung dieser experimentell gesetzten Fehlstellungen der Fibula wird klar, wenn man sich vor Augen hält, daß die häufigste Bruchform der Fibula die schräge Fibulaspiralfraktur in Höhe des Gelenkspaltes darstellt (Abb. 6). So lassen diese Experimente den Schluß zu, daß es bei einer in Fehlstellung verheilten Fibulafraktur mit großer Wahrscheinlichkeit zu vorzeitigen Verschleißerscheinungen im Gelenk kommt, da die Verringerung der Auflagefläche unphysiologisch hohe Belastungswerte mit sich bringt. Die Folge davon ist die Entstehung einer posttraumatischen Arthrose.

Aufgrund der bedeutenden biomechanischen Funktion der Syndesmose stellt ihr Riß die Sprengung der Malleolengabel dar mit daraus folgender instabiler Talusführung. Den dabei auftretenden unphysiologisch hohen Gelenkflächenbelastungen kann der Gelenkknorpel auf die Dauer nicht standhalten; er degeneriert frühzeitig.

Kommt es nach einer Verletzung im Syndesmosenbereich zu einer Verknöcherung der Syndesmose, so führt die mangelnde Beweglichkeit der Fibula zu Schmerzen und einer Bewegungseinschränkung im Gelenk (Mc MASTERS et al. (1975) (75)) im Sinne einer Verstarrungsarthrose.

Eine gestörte Funktion des Fibula-Syndesmosen-Komplexes kann sich auch auf andere Gelenkanteile auswirken. So zeigte

Abb. 6

Schräge Außenknöchelspiralfraktur, Typ B mit Dislokation des distalen Fragmentes nach lateral, dorsal und proximal.

FEKETE (1976)(28), daß erst nach Korrektur von Fibulafehlstellungen bestehende Innenknöchelpseudarthrosen zur knöchernen Durchbauung gebracht werden konnten.

Lassen sich die dargestellten, das Gelenk gefährdenden Fehlstellungen korrigieren und die Verletzung anatomisch-funktionell zur Ausheilung bringen, so ist eine völlige Restitution möglich. Ist eine einwandfreie Versorgung nicht durchführbar, so stellt der bestehende Zustand eine präarthrotische Deformität nach HACKENBROCH (1974) (39) dar und Spätschäden im Sinne einer Arthrosis deformans sind dann unvermeidlich (WITT (1965) (145)) (Tab. 1).

4) Abnützungserscheinungen am Gelenk

Die Funktion eines Gelenkes hängt von der Integrität der Gelenkoberfläche und damit von der intakten Struktur und Funktion des Gelenkknorpels ab. Nach COTTA (1974) (16) kann eine Schädigung des Gelenkknorpels mit Freilegung der Knorpelfibrillen entstehen:

1. primär mechanisch,
2. primär trophisch,
3. primär enzymatisch.

Bei den Frakturen des oberen Sprunggelenkes ist die primär-mechanische Schädigung des Knorpels von erstrangiger Bedeutung. Der Knorpel kann dabei durch die Fraktur selbst besonders bei Impressionsfrakturen, geschädigt werden, ein Knorpeldefekt kann aber auch durch eine transchondrale Fraktur, vornehmlich der lateralen Taluskante, hervorgerufen werden, was röntgenologisch nicht feststellbar ist (FRÖHLICH (1977) (34)).

Neben der einmaligen Schädigung kommt der chronischen Überlastung als Folge gestörter Biomechanik große Bedeutung zu. Es entsteht dabei ein Mißverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit des Knorpels. So führt eine Dislokation der Fragmente über Stufenbildung und Bandinsuffizienzen zur Ausbildung von Schlottergelenken mit abnorm hohen Druckspitzen und unphysiologisch großen tangentialen Scherkräften, deren Mahleffekt der Knorpel aufgrund seines histologischen Aufbaues nur geringen Widerstand entgegensetzen kann (RIEDE et al. (1971) (104).

Die chronische Überlastung führt sekundär zu einer Störung der Trophik des Gelenkknorpels, da die zur Ernährung des Knorpels notwendige Diffusion nur durch ständigen Wechsel von Be- und Entlastung im Sinne einer Knorpelmassage gewährleistet ist (WILLENEGGER und WEBER (1963) (139)). Eine Überlastung setzt also ebenso wie eine Immobilisation die Knorpelpumpe außer Funktion (COTTA (1974) (16)). So kann es zu einer Knorpelatrophie kommen, wie sie auch bei einer SUDECK'schen Dystrophie auftreten kann (de MONTMOLLIN (1974) (77)). Die Schädigung der Chondrocyten kann dabei bis zur

Tabelle 1

Entstehungsmöglichkeiten einer präarthrotischen Deformität nach Frakturen des oberen Sprunggelenkes

I. Knöcherne Läsionen können bedingen:

1. an der Tibiabasis

a. Stufenbildung ⟶ Inkongruenz

b. Zertrümmerung u. Impression ⟶ "

2. an der Fibula

a. Dislokation nach proximal ⟶ "
(Valgussubluxation)

b. Dislokation nach lateral u. dorsal mit Lageänderung des Talus u. Reduktion der Gelenkfläche mit Überlastung ⟶ "

II. Ligamentäre Läsionen können bedingen:

1. an den Außenbändern

Instabilität (Schlottergelenk) mit insuffizienter Talusführung und Gelenkflächenreduktion ⟶ "

2. an der Syndesmose

a. Gabellockerung - Gabelsprengung ⟶ "

b. Verstarrung bei Synostosierung ⟶ "

Andauung durch knorpeleigene Enzyme mit konsekutiver Nekrose gehen.

Die primär biomechanische Schädigung kann sekundär über eine Aktivierung von enzymatischen Prozessen zu einer biochemischen Schädigung des Knorpels führen, wofür meist schon ein Mikrotrauma ausreicht (MORSCHER (1974) (78)). SCHULITZ (1973) (118) konnte nachweisen, daß schon ein begleitender Bluterguß über eine Veränderung der Viskosität der Synovia eine enzymatische Destruktion des Knorpels vom Gelenkraum her bewirken kann. So entsteht leicht ein Circulus vitiosus, der eine progrediente Zerstörung des Gelenkknorpels mit sich bringt: eine primär mechanische Schädigung des Knorpels wird durch die sekundär auftretende Enzymeinwirkung unterhalten, wodurch der Abnutzungsprozeß verstärkt wird. Eine schmerzhafte Funktionseinbuße, die bis zur völligen Gebrauchsunfähigkeit des Gelenkes gehen kann, ist dann oft die Folge.

Die anatomisch exakte Rekonstruktion der Gelenkflächen ist also eine Voraussetzung, aber noch keine Garantie für das Ausbleiben einer Arthrose. Nachuntersuchungen bei Tibiakopffrakturen von SCHULITZ et al. (1973) (118) und bei Patellafrakturen von DICK et al. (1975) (20) zeigten, daß sich ein frühzeitiger Knorpelaufbrauchschaden trotz anatomisch exakter Rekonstruktion der Gelenkflächen entwickeln kann. Neben makroskopisch nicht sichtbaren mechanischen Knorpelschädigungen, muß man die biologische Reaktion des Gelenkes auf das Trauma mit Freisetzung von Enzymen als biochemische Ursache ansehen. Die multifaktorielle Genese der Arthrose macht aber eine Abgrenzung und Wertung der einzelnen Faktoren schwierig (COTTA (1974)).

Gerade an den belasteten Gelenken der unteren Extremität muß auch das Gewicht berücksichtigt werden (KOSLOWSKI (1965) (56)). HINZ und POHL (1977) (48) konnten zwar nachweisen, daß Übergewicht allein degenerative Veränderungen nicht induzieren kann, bei bestehenden Knorpelschaden wird jedoch der Kratz- und Mahleffekt in einem inkonguenten Gelenk durch die Belastung verstärkt.

Wie bei allen degenerativen Prozessen spielt auch bei der Arthrosenentstehung und ihrer Prophylaxe das Alter eine bedeutende Rolle. Die spezifische Regenerationsfähigkeit des bradytrophen Knorpelgewebes ist nämlich stark altersabhängig. Eine höhere Arthroserate ab dem 50. Lebensjahr bei Tibiakopffrakturen deutet SCHULITZ (1973) (118) als Zeichen mangelnder Kompensationsfähigkeit nach intraartikulären Verletzungen.

Nach Untersuchungen von RIEDE et al. (1973) (104) ist der morphologische Umbau des Knorpelgewebes am oberen Sprunggelenk bis zum 30. Lebensjahr abgeschlossen. MEACHIM (1975) (76) fand bei Autopsien schon ab dem 3. und 4. Lebesjahrzehnt offene Knorpelfibrillationen als Zeichen fokaler Prozesse in unbelasteten Gelenkanteilen des oberen Sprunggelenkes. Diese frühen degenerativen Veränderungen bei Gesunden sind jedoch als normale Abnützungserscheinungen

zu deuten, die nicht zu einer Arthrosis deformans führen müssen (MORSCHER 1974). Insgesamt findet man am oberen Sprunggelenk altersbedingte Aufbrauchserscheinungen wie die Coxarthrose oder Gonarthrose relativ selten.

Zusammenfassend kann man sagen, daß nach Frakturen des oberen Sprunggelenkes die mechanische Komponente des Knorpelschadens deutlich im Vordergrund steht. Eine posttraumatische Arthrose aufgrund einer primär enzymatischen oder trophisch bedingten Knorpelschädigung trotz exakter Rekonstruktion der verletzten Strukturen sollte deshalb nur selten auftreten. Wenn also eine genaue Reposition erreicht und diese bis zur knöchernen Konsolidierung aufrecht erhalten werden kann, so sollte man auch ein gutes Resultat erwarten können.

BEHANDLUNG DER FRAKTUREN AM OBEREN SPRUNGGELENK

1) Behandlungsprinzipien

Das Ziel aller therapeutischen Bemühungen um die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes ist die Wiedererlangung der vollen Funktionsfähigkeit und die Vermeidung von Spätschäden. Dies ist auf zwei Wegen möglich, der konservativen und der operativen Knochenbruchbehandlung, von denen jede Vor- und Nachteile mit sich bringt, die bei der Indikationsstellung im Einzelfall und unter Berücksichtigung des Allgemeinzustandes kritisch gegeneinander abgewogen werden müssen.

Das gehäufte Auftreten arthrotischer Veränderungen bei Malleolarfrakturen nach konservativer Behandlung schränkt den Anwendungsbereich dieser Methode deutlich ein (Tab.2). Die Ursachen dafür sind in der begrenzten Möglichkeit der geschlossenen Reposition und der äußeren Retention im Gipsverband zu sehen.

Deshalb konnte sich die operative Behandlung der Sprunggelenksfrakturen mittels Osteosynthese in den letzten 15 Jahren allgemein durchsetzen.

Schrittmacher dieser Entwicklung war eine Gruppe von schweizerischen Chirurgen und Orthopäden, die sich 1958 zur Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen (AO) zusammenschloß, um die bis dahin bestehenden Osteosyntheseverfahren zu überprüfen und die Möglichkeit der beiden Osteosyntheseprinzipien, nämlich die Unterdrucksetzung der Fragmente und die innere Schienung mit Marknagel, voll auszunützen (MÜLLER, ALLGOWER, WILLENEGGER (1963) (83)). Die von der AO im allgemeinen und von WILLENEGGER und WEBER (1963 (139), 1965 (140), 1966 (133)) speziell für Malleolarfrakturen angeführten Vorteile des operativen Vorgehens sind:

1. Anatomisch exakte Reposition der dislozierten Bruchstücke unter Sicht des Auges,
2. Retention in korrekter Stellung bis zur knöchernen Konsolidierung mit primärer Knochenheilung durch stabile Osteosynthese,
3. Funktionelle und schmerzfreie Nachbehandlung, die trophische Störungen verhindert.

Damit ist die Gefahr der Entwicklung einer posttraumatischen Arthrose wesentlich verringert.

2) Indikationsstellung

Die Indikation zur Osteosynthese verlangt vom Operateur aufgrund der immer drohenden Gefahr der Knocheninfektion mit ihren möglicherweise katastrophalen Folgen und der hohen

Tabelle 2 Spätergebnisse bei konservativ versorgten Frakturen des oberen Sprunggelenkes nach Literaturangaben

		Nachuntersuchungen	sehr gut/gut	befriedigend/ausreichend	schlecht
GHERLINZONI (35)	1968	199	68,6 %	-	31,4 %
PAUL (91)	1968	364	56,6 %	29,7 %	13,7 %
MARTINEZ (73)	1970	61	57,4 %	-	42,6 %
KUNER (58)	1975	100	43,0 %	-	57,0 %
RICHTER (101)	1975	100	32,0 %	-	68,0 %
LECESTRE (66)	1976	150	46,6 %	40,0 %	13,3 %

technischen Anforderungen große Erfahrung und ein hohes Maß an Verantwortungsgefühl. Nichts schadet dem Patienten mehr, als eine nicht indizierte oder fehlerhaft durchgeführte Osteosynthese (MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER (1963) (83)).

Generell wird die Indikation zur Osteosynthese bei Malleolarfrakturen vom Frakturtyp abhängig gemacht. Nach den Empfehlungen der Teilnehmer am 9. Reisensburger Workshop zur klinischen Unfallchirurgie 1977 (Hefte Unfallheilk., H. 131, 1978) werden beim Frakturtyp A nach WEBER unverschobene Frakturen konservativ behandelt. Bei nicht reponiblen Dislokationen einzelner Fragmente, so wie auf jeden Fall bei den Typen B und C, die zumeist von Syndesmosenschäden begleitet sind, und bei offenen Frakturen, ist die Indikation zur Operation gegeben.

Die Versorgung sollte am besten innerhalb der ersten 6 Stunden nach dem Unfall erfolgen, bevor regressive Veränderungen an den geschädigten Geweben eintreten. Ist dies nicht möglich, so wird unter Hochlagerung der verletzten Extremität im gespaltenen Unterschenkelgipsverband das Abklingen der Schwellung abgewartet und danach bei sauberen Hautverhältnissen operiert.

3) Technisches Vorgehen

Die Bedeutung des Fibulasyndesmosenkomplexes bestimmt das operationstaktische Vorgehen, indem zuerst die lateralen und - wenn dann noch nötig - die medialen Läsionen stabilisiert werden. Die Versorgung der einzelnen verletzten Strukturen sieht nach den Angaben der AO folgendermaßen aus (HEIM, PFEIFFER (1972) (42), M. E. MÜLLER, ALLGÖWER, SCHNEIDER, WILLENEGGER (1977) (84), J. MÜLLER, BACHMANN, WILLENEGGER (1978) (80)):

1. Die fibularen Läsionen:

Die Ruptur eines Außenbandes muß in korrekter Länge durch Naht versorgt werden, um chronische Distorsionen zu verhindern (ROCKENSTEIN (1978) (105), SEILER et al. (1978) (122)). Bei Quer- und kurzen Schrägfrakturen der Fibula kommt die Zuggurtung über 2 gekreuzte Kirschnerdrähte am wirkungsvollsten zum Einsatz. Bei langen Schrägfrakturen empfiehlt sich die Fixation mittels Zugschrauben. Bei Mehrfragmentbrüchen und hohen Fibulafrakturen verwendet man die Drittelrohrplatte, um die Fraktur zu neutralisieren (FASOL (1976) (27), DECKER et al. (1978) (18)). Die zur Stabilisierung bei langen Schrägfrakturen hohen und Mehrfachfrakturen früher häufig zur Anwendung gelangte Markschienung mittels Rush-Pin wurde wegen mangelnder Rotationsstabilität und der Gefahr der Varisierung bei ungenügender Schränkung mittlerweise abgelehnt (J. MÜLLER et al. (1971) (79), RÜSTER et al. (1971) (111), AMTHOR et al. (1972) (1), WEIGERT et al. (1973) (135)). Ebenso geriet die Verwendung der Cerclage und Hemicerclage in Kritik, da Frakturheilungsstörungen beobachtet wurden (J. MÜLLER et al. (1971) (79), DZIKONSKI (1972) (25)).

2. Die Läsionen der Syndesmose:

Knöcherne Ausrisse der Syndesmose an Tibia wie Fibula werden je nach Größe mit Drahtnaht bzw. Naviculare-Schraube fixiert, wodurch im allgemeinen die korrekte Gabelweite wiederhergestellt ist. Der interligamentäre Riß der vorderen Syndesmose wird mit einer atraumatischen Adaptionsnaht versorgt. Zur Sicherung der Naht wird bei diesen Gabelsprengungen auch nach stabiler Osteosynthese eine suprasyndesmale Stellschraube zur temporären Fixation notwendig. In Zweifelsfällen ist die Festigkeit des Gabelschlußes nach Versorgung der verletzten Strukturen zu überprüfen. Verbreitert sich dabei der Gabelspalt, so ist auch hier eine Stellschraube einzubringen. Aufgrund der starken Auswirkungen auf die Gelenkfunktion ist die Indikation für die Stellschraube immer kritisch zu stellen (RÜSTER et al. (1971) (111). Das Einbringen einer Stellschraube kann zwei Gründe haben:

1. Sicherung der Adaptionsnaht einer Syndesmosenruptur bis zur ligamentären Ausheilung.
2. Sicherung der korrekten Länge bei wiederhergestellten hohen Fibulafrakturen.

Das Belassen einer zu weiten Knöchelgabel führt zu einer Valgusarthrose (BOETTCHER et al. (1969) (7)), eine zu große Kompression der Malleolengabel durch die Stellschraube bringt durch die Quetschung der Talusrolle einen Knorpelabrieb mit sich (DZIKONSKI (1972) (25)). Um den Kompressionseffekt zu verhindern, soll deshalb das Schraubengewinde in der Fibula erhalten bleiben, und, um die physiologischen Rotationsbewegungen der Fibula nicht ganz einzuschränken, soll nur die laterale Tibiacorticalis erfaßt werden (HENKEMEYER (1978) (47)). Da die Elastizität und Pufferwirkung der ausgeheilten Syndesmose weitaus physiologischer als eine Stellschraube ist, sollte nach Ausheilung der ligamentären Syndesmosenläsion die Stellschraube vor voller Belastung entfernt werden. J. MÜLLER, BACHMANN und WILLENEGGER (1978) (80) sehen aber auch in einem längeren Belassen der Stellschraube bei korrekter Technik keine negativen Auswirkungen auf die Gelenkfunktion. Trotzdem sollte aber wegen der Gefahr der Verknöcherung der Syndesmose die baldige Stellschraubenentfernung angestrebt werden. Auf keinen Fall sollte die Stellschraube aber transsyndesmal eingebracht werden, da dies sehr häufig zur Synostosierung führt (AMTHOR et al. (1972) (1), MUSCHTER (1975) (86)).

3. Die Läsionen am Malleolus tibialis:

Ein gerissenes Deltaband sollte bei instabiler Osteosynthese bzw. bei Verletzung der Syndesmose genäht werden, da es die Syndesmose von Scherkräften entlastet (HEIM (1978) (43)). Bei stabiler Osteosynthese am Außenknöchel und korrekter Stellung der Talusrolle in der Knöchelgabel verzichtet HEIM auf die Naht des Deltabandes. Die Stabilisierung von Quer- und Meißelfrakturen des Innenknöchels erfolgt durch Verschraubung mit Malleolarschrauben bzw. durch die Zuggurtungsosteosynthese, die den Vorteil hat, bei osteoporotischen Knochen besseren Halt zu geben.

4. Die Läsion der Tibiabasis:

Eine Läsion der hinteren Syndesmose führt in der Regel zu einer Abrißfraktur eines dorso-lateral gelegenen Tibiahinterkantenfragmentes, welches in Größe einer sichelförmigen periostalen Ausrisses bis zu einem Kantenfragment von einem Drittel der Gelenkfläche auftreten kann. Bei den kleinen, die Gelenkfläche nicht betreffenden periostalen Knochenlamellenausrissen bleiben noch genügend Verbindungsfasern übrig, um nach Stabilisierung der Fibulafraktur die Kontinuität und Funktion der hinteren Syndesmose zu erhalten. Eine operative Fixation ist daher nicht notwendig (WILLENEGGER, WEBER (1963) (139)).
Größere, die Gelenkfläche wesentlich betreffenden Abrißfrakturen sind mittels Zugschrauben von ventral aus in anatomischer Stellung zu fixieren, da durch sie die Kontinuität der hinteren Syndesmose nicht mehr gewährleistet ist, und eine Stufenbildung zur Inkongruenz führt.
Abscherfrakturen, die meist dorso-medial liegen, werden durch Zugschrauben von dorsal her fixiert. Bei der Verwendung von Zugschrauben ist darauf zu achten, daß das Gewinde nicht im Frakturspalt liegt, da sonst durch die Sperrwirkung des Schraubengewindes kein interfragmentärer Druck entstehen kann (WEIGERT (1973) (135)).
Impressionsfrakturen erfordern nach Anhebung der eingestauchten Gelenkfläche eine Unterfütterung mit autologer Spongiosa.
Wenn bei diesen mit Zertrümmerung des distalen Tibiaplateaus einhergehenden Frakturen nur eine Adaptationsosteosynthese durch Kirschner-Draht-Spickung möglich ist, ist eine Übungsstabilität nicht zu erreichen. Läßt sich hierbei das Zugschraubenprinzip nicht anwenden, so ist die innere Schienung mittels Kleeblattplatte anzustreben. Bei sehr schlechten Weichteilverhältnissen kann auch das Anlegen eines Fixateur externe zur Stabilisierung des verletzten Gelenkes notwendig werden (LASKIN (1974) (62), K. H. MÜLLER et al.(1978) (81)).
Erscheint eine Rekonstruktion der Gelenkfläche nicht mehr sinnvoll, so ist nach Calcaneusdrahtextension und knöcherner Konsolidierung des Trümmerbereiches die Früharthrodese anzustreben (K. H. MÜLLER et al. (1978) (81)).

Neben diesen gängigen, besonders von der AO propagierten Osteosynthesemethoden sei noch auf einige andere operative Behandlungsmethoden hingewiesen, die sich jedoch nicht allgemein durchsetzen konnten, wie die Federkopfschraube nach MAATZ (1963/1973) (69), die Syndesmosenklammer nach CEDELL (1967) (11),(TEUBNER et al. (1974) (128)) und den Syndesmosenhaken von ENGELBRECHT (1971) (26).

4) Nachbehandlung

Die Nachbehandlung ist für das Erreichen der baldigen vollen Funktion des Gelenkes von großer Bedeutung. Postoperativ wird die operierte Extremität in einem gespaltenen Unterschenkelgips oder einer Gipsschiene hochgelagert. Nach Abklingen der Schwellung und des Wundschmerzes wird das Gelenk weitgehend

mobilisiert. Nach Abschluß der Wundheilung können die Patienten je nach Zuverlässigkeit gipsfrei mit Gehstützen bei Entlastung oder mit einem Unterschenkelgehgipsverband aus der stationären Behandlung entlassen werden. Je nach Frakturtyp und Versorgung kann die Fraktur nach 6 bis 8 Wochen belastet werden und der Gips entfernt werden. Wurde intraoperativ aber ein Knorpelschaden gefunden oder handelt es sich um Stauchungsfrakturen, so muß wesentlich länger, bis zu 16 Wochen, entlastet werden, um so dem Knorpel die Möglichkeit zur Regeneration zu geben (RÜTER (1978) (112)). Die Metallentfernung sollte innerhalb des 2. Halbjahres nach Osteosynthese erfolgen (M. E. MÜLLER et al. (1977) (84)).

Bei Einhaltung der oben genannten therapeutischen Prizipien und Befolgung der angegebenen bewährten Techniken sollte ein gutes Resultat zu erzielen sein.
Ist dies - aus welchen Gründen auch immer - nicht möglich, so gilt es, die sich entwickelnden Spätschäden therapeutisch frühzeitig anzugehen. Sind sekundäre Gewebsveränderungen noch nicht eingetreten, so kann eine Spätversorgung durchaus noch sinnvoll sein und Korrektureingriffe gute Ergebnisse zeitigen (WELLER et al. (1977) (137), FRIEDEBOLD (1978) (33)).
WITT (1965) (145) weist jedoch darauf hin, daß die Indikation sehr streng gestellt werden muß, da nicht immer der funktionsverbessernde auch den leistungssteigerndsten Eingriff darstellt. So konnte sich der von BUCHHOLZ (1973) (9) propagierte alloplastische Gelenkersatz am Sprunggelenk nicht durchsetzen.

Die Arthrodese ist das zu weitaus besseren Endergebnissen führende Verfahren. Gerade bei jüngeren Patienten erbringt die Arthrodese des oberen Sprunggelenkes oft Beschwerdefreiheit ohne wesentliche Bewegungsbehinderung, wenn die distalen Fußwurzelgelenke intakt sind und so durch Steigerung der Beweglichkeit die Versteifung wettmachen können (DIEHL et al. (1974) (21), KOSSYK et al. (1974) (57)). Deshalb sind die Patienten mit gut kompensierter Arthrodese mit dem Ergebnis auch zufrieden (KLEMS et al. (1975) (54)).

MATERIAL UND METHODIK

Fragestellung

In den Jahren 1968 bis 1975 wurden an der Orthopädischen Klinik München (Direktor: Prof. Dr. A. N. WITT) nach den Angaben der Operationsbücher und des Krankenblattarchives 167 Patienten mit Frakturen des oberen Sprunggelenkes operativ nach den allgemeinen Grundsätzen der AO behandelt.

Anhand einer Nachuntersuchung im Sinne einer retrospektiven Erhebung sollte aufgezeigt werden, wie hoch die Erfolgsquote dieser Behandlungsmethode ist und welche Faktoren für das Auftreten eventueller Spätschäden ursächlich in Betracht zu ziehen wären. Aufgrund der multifaktoriellen Genese der Arthrose sollten die einzelnen Faktoren analysiert und ihre Wertigkeit bezüglich der Arthroseentstehung aufgezeigt werden.

Nachuntersuchung

Zu diesem Zweck wurde den betroffenen Patienten eine Einladung zu einer Nachuntersuchung mit einem Fragebogen zugeschickt. Von dem Angebot der Nachuntersuchung machten insgesamt 106 Patienten (63,5%) Gebrauch, großenteils erst nach mehrfacher Aufforderung. Über die Gründe der restlichen 61 Patienten, die nicht zur Nachuntersuchung erschienen, konnte man zum Teil nur Vermutungen anstellen. Die Ausfälle setzten sich aus 3 Gruppen zusammen:

1. 19 Patienten, deren Adresse nicht mehr zutraf und deren neue Adresse - auch über das Einwohnermeldeamt - nicht ausfindig gemacht werden konnte. Auch fanden wir es nicht sinnvoll, Patienten aus dem Ausland zu einer Nachuntersuchung einzubestellen- Diese Patientengruppe hatte also gar keine Möglichkeit zu einer Nachuntersuchung zu erscheinen.
2. 6 Patienten, deren Wohnsitz weiter als 100 bis 200 km von München entfernt war. Sie waren über die Nachuntersuchung informiert worden, scheuten aber die Kosten der weiten Reise. Von ihnen erhielten wir die Antwort, daß es ihnen gut gehe und sie deshalb eine Nachuntersuchung nicht für nötig erachteten. 3 Patienten dieser Gruppe schickten uns den ausgefüllten Fragebogen zurück.
3. Schließlich eine Gruppe von 36 Patienten, die - aus welchen Gründen auch immer - auf unser mehrmaliges Anschreiben nicht reagierte. Von dieser Gruppe gelang es uns, bei 18 Patienten aufgrund vorausgegangener Gutachten die Röntgenbilder auszuwerten. Diese mußten aber mindestens 15 Monate nach der Operation angefertigt sein, um Anzeichen einer beginnenden Arthrose feststellen zu können.

Wir untersuchten die Patienten im Schnitt 43,1 Monate nach der Operation. Das kürzeste Intervall betrug dabei 15 Monate, das längste 98 Monate. Die Länge dieses Intervalls ist also durchaus geeignet, um spätere Schäden aufzudecken, die individuell unterschiedlichen Abstände erschweren allerdings die Interpretation.
Im Einzelnen untersuchten wir die drei Bereiche:

1. Subjektive Beschwerden,
2. Funktion und
3. Röntgenologisches Ergebnis

1. Subjektive Beschwerden

Aufschluß über die subjektive Einschätzung der Verletzungs- und Behandlungsfolgen sollte uns ein Fragebogen geben, den wir in Anlehnung an STADLER u. Mitarbeiter (1975) (126) entwarfen. Er wurde den Patienten mit der Aufforderung zur Nachuntersuchung zugeschickt. (Abb. 7)

2. Funktion

Zur objektiven Funktionsbeurteilung wurde eine Nachuntersuchung durchgeführt.
Bei der klinischen Untersuchung wurden Angaben über Gewicht und Größe, über frakturunabhängige Deformitäten, die Frage nach einem bestehenden Diabetes mellitus und auch nach früheren Verletzungen der betroffenen Extremität erfaßt.
Die Durchblutung, Hautfarbe und Temperatur der Extremitäten wurde verglichen und der Zustand der Operationsnarbe beurteilt. Lokale Frakturfolgen wie Muskelatrophie, Schwellungszustände, z.B. eine verstrichene Achillessehne oder ein Unterschenkelödem, sowie Druckschmerz, Bewegungsschmerzen, Reibegeräusch im Gelenk und eine Verbreiterung der Knöchelgabel wurden festgehalten. Kernstück der klinischen Untersuchung war die Messung der Gelenkfunktion nach der Neutral-Null-Methode, sowohl des oberen wie auch des unteren Sprunggelenkes.

3. Röntgen

Zur Anfertigung der überaus wichtigen Röntgenbilder beider oberer Sprunggelenke im anterior-posterioren sowie im lateralen Strahlengang wurde in Anlehnung STADLER et al. (1975) (126) eine stabile Holzschiene konstruiert, die eine exakte Fixation des Fußes im rechten Winkel und mit ca. 15 Grad Innenrotation ermöglichte. Auf diese Weise konnten vergleichbare Aufnahmen erzielt werden und der großen Bedeutung des Fibula-Syndesmosen-Komplexes Rechnung getragen werden, da bei 15 Grad Innenrotation der fibulo-talare Gelenkspalt am deutlichsten zur Darstellung kommt.

Abb. 7

Orthopädische Universitätsklinik München
8000 München 90, Harlachingerstr. 51, Tel. 089/62111

Fragebogen zur Sprunggelenksfraktur Nr.....

Name ..... Vorname ..... Geb.Dat.....

PLZ ..... Wohnort ..... Straße .....

Beruf ..... Telefon .....Datum .....

(Bitte kreuzen Sie die bei Ihnen zutreffenden Antworten an.
Besten Dank für Ihre Hilfe!)

I. Jetzige Beschwerden	JA	NEIN	SELTEN
1) Spüren Sie den Wetterumschlag?	☐	☐	☐
2) Schmerzt die Narbe?	☐	☐	☐
3) Besteht Schwellungsneigung d.Beines? .	☐	☐	
4) Ermüden Sie vorzeitig?	☐	☐	
5) Haben Sie ein Unsicherheits-gefühl beim Treppensteigen?	☐	☐	
6) Haben die Beschwerden in letzter Zeit zugenommen?	☐	☐	
7) Haben Sie Schmerzen,wenn Sie zu gehen beginnen (Anlaufschmerzen)?	☐	☐	
8) Haben Sie nachts Schmerzen im Sprunggelenk?	☐	☐	
9) War weitere ärztliche Behandlung notwendig?	☐	☐	
10)War eine weitere Operation nötig?	☐	☐	

II.Funktion

1) Kann der Fuß abgerollt werden?	☐	☐
2) Ist die Gebrauchsfähigkeit des verletzten Beines eingeschränkt?		
nein,gar nicht ☐ ja,ein wenig ☐ ja,stark ☐		
3) Treiben Sie wieder Sport?	JA ☐	NEIN ☐
4) War ein Beschäftigungswechsel wegen der Beschwerden notwendig?	☐	☐
5) War der Unfall ein Versicherungsfall?	☐	☐
6) Beziehen Sie eine unfallbedingte Rente?	☐	☐

III. Eigene Beurteilung

1.sehr gut☐ 2.gut☐ 3.befriedigend ☐ 4.ausreichend☐ 5.schlecht☐

Statistische Auswertung

Um die vielfältigen Faktoren, die eine Beeinträchtigung des Ergebnisses darstellen, analysieren zu können, erschien uns die Auswertung von Hand mittels Strichlisten als nicht ausreichend. KOLLER (55) betont 1963 die Notwendigkeit einer eingehenden statistischen Auswertung in der Medizin mit dem Vorteil, auch durch zum Teil weniger bekannte Verfahren mehr aus den Beobachtungen herausholen zu können. Dafür ist allerdings Mühe, Arbeitszeit und ein gewisser technischer Aufwand, wie die Verwendung von programmgesteuerten Rechnern, nötig. Deshalb ist die elektronische Datenverarbeitung (EDV) bei statistischen Auswertungen in der Traumatologie in erster Linie bei umfangreichen Kollektiven zu finden, wie z.B. bei den Gemeinschaftserhebungen der AO (MÜLLER, ALLGÖWER, WILLENEGGER (1963) (83)), oder bei groß angelegten Untersuchungen wie der Heidelberger Studie zur Verkehrsunfallforschung (GÖGLER (1963) (36)). Über die EDV-Anwendung an einem im Vergleich dazu relativ kleinen Kollektiv und speziell bei Nachuntersuchungen von Sprunggelenksfrakturen ist uns bisher nichts bekannt.

Eine detaillierte Analyse des Krankengutes unter Berücksichtigung verschiedener Einflüsse ließ den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung auch für unsere Zwecke vorteilhaft erscheinen.

Diese Art der Auswertung wurde uns ermöglicht durch das Institut für medizinische Informationsverarbeitung, Statistik und Biomathematik (ISB) der Ludwig-Maximilians-Universität München (Direktor: Professor Dr. med. Dipl. Psych. K. ÜBERLA) im Klinikum Großhadern, welches eine Beratung wissenschaftlicher Arbeiten durchführt.

Nach eingehender Beratung durch Frau Dipl. Volkswirt U. KELLHAMMER vom ISB, die uns freundlicherweise unterstützte, begannen wir mit der Auswertung unserer vorhandenen Daten. Das Ziel unserer Auswertung war eine durch EDV-Einsatz ermöglichte ausführliche Beschreibung des Datenbestandes und eine Analyse von Zusammenhängen zwischen verschiedenen, das Nachuntersuchungsergebnis beeinflussenden Faktoren.
Dazu war zuerst die Aufstellung eines Code-Plans notwendig, in dem sämtliche Angaben zur Fraktur, ihrer Versorgung und zur Nachuntersuchung enthalten waren.
Der in eine Daten- und Merkmalsdatei transformierte Codeplan wurde anschließend auf Lochkarten getippt und in die Rechenanlage SIEMENS 4004/151 des Fachbereichs Medizin der LMU-München im Klinikum Großhadern eingelesen. Für das Auswertungsprogramm wurde FORTRAN (=Formula-Translation), eine problemorientierte Programmiersprache, verwendet, die sich für medizinische Belange allgemein bewährt hat (OBERHOFER (1975) (89)). Als Auswertungssystem wurde das im ISB von SELBMANN und RAAB (1976) (123) entwickelte Sammel- und Auswertungssystem volldynamischer Massendaten (= SAVOD) angewandt. Dieses Auswertungssystem ist so gestaltet, daß es auch einem

Nichtprogrammierer die interaktive Auswertung von Massendaten gestattet.

Es war unsere Absicht in einer Art "Screening" die Merkmale herauszusuchen, bei denen ein innerer Zusammenhang zu vermuten war. Unser Ziel war dabei, durch Aufstellen von Kontingenztafeln zweidimensionale Häufigkeitsverteilungen unseres untersuchten Krankengutes hinsichtlich der durch den Code-Plan angegebenen Merkmale darzustellen. Bezüglich der Häufigkeitsverteilung diskreter Daten in der Form von Kontingenztafeln stellt der Chi-Quadrat-Test die Methode der Wahl dar (IMMICH (1974) (51)). Stetige Daten wurden für diesen Zweck in diskrete Daten durch Gruppenbildungen umgewandelt.

Das Prinzip des Chi-Quadrat-Tests ist die Prüfung auf Unabhängigkeit oder Homogenität, allgemein auf Proportionalität einer Häufigkeitsverteilung.

Unabdingbare Merkmale eines statistischen Testes sind unter anderem:

a) Die Einmaligkeit seiner Anwendung auf ein bestimmtes Material.
b) Das Festlegen der Irrtumswahrscheinlichkeit (Signifikanzniveau) vor Durchführung des Testes (SACHS (1974) (113)).

Diese Voraussetzungen ließen sich bei der Notwendigkeit schneller und effektiver Auswertung von Massendaten nicht herstellen. Aufgrund der großen Anzahl aufzustellender Kontingenztafeln und der evtl. mehrfachen Anwendung verschiedener Tests auf das gleiche Material waren die Prämissen für eine Hypothesenprüfung nicht gegeben. Wenn also in den nachfolgenden Ergebnissen bei dem Vergleich zweier Merkmale von bedeutsamen Abweichungen der gefundenen Verteilung von einer als zufällig erwarteten Verteilung gesprochen wird und eine entsprechende Irrtumswahrscheinlichkeit angegeben wird, so kann dies per definitionem nicht das Ergebnis eines statistischen Tests mit einer statistisch gesicherten Aussage darstellen. Die interpretative Beschreibung mehrerer X^2-Tests kann aber sehr wohl als ein beschreibendes Verfahren benutzt werden. Die Aussagekraft über die Häufigkeitsverteilungen und deren Verhältnis zueinander wird dadurch aber nicht geschwächt. Nur ist das Ziehen von statistisch abgesicherten Schlüssen aufgrund des beschriebenen Vorgehens nicht möglich.

Literaturverarbeitung

Schon bald nach Erhalt der ersten Ergebnisse über die Zusammensetzung des Krankengutes ergab sich die Notwendigkeit, Bezugspunkte aufzustellen. So wurde der Versuch unternommen, die Literatur nach vergleichbaren Angaben zu durchforsten. Dieser Versuch wurde ohne jeden Anspruch auf Vollständigkeit der Angaben durchgeführt. Wir sind sicher, nicht alle über dieses Thema vorhandenen Literaturangaben erfaßt zu haben, hoffen aber, bei der Auswahl dieser"Stichprobe" einen einigermaßen repräsentativen

Querschnitt bieten zu können. Da wir uns der Meinung KOLLER's (1967 (b)) anschließen, daß man Literaturangaben meist nicht zu aussagekräftigen und in sich vergleichbaren Sammelstatistiken vereinigen kann, ist dies auch nicht unser Ziel. Wir wollen nur unsere Ergebnisse denjenigen anderer Autoren gegenüberstellen, um eine grobe Einordnung unserer Resultate zu ermöglichen, ohne die diese Arbeit beziehungslos im Raum stünde.

ERGEBNISSE

Zusammensetzung des Krankengutes

1) Allgemeine Angaben

Bei den 167 Patienten mit Frakturen des oberen Sprunggelenkes, überwiegt das weibliche Geschlecht mit 93 Fällen (55,7%), das männliche mit 74 Fällen (44,3%) (Tab. 3).

Das Durchschnittsalter aller Verletzten betrug 37,7 Jahre, der jüngste Patient war 15 Jahre, der älteste 79 Jahre (Graphik 1). Die Zusammensetzung dieses verhältnismäßig jungen Krankengutes (Tab. 3) ist wohl sicher auch durch die überaus hohe Zahl an Sportverletzungen mitbedingt (Tab. 4).

Bei der Berufsverteilung führt mit Abstand die Gruppe der Angestellten mit 41,3% vor den Selbstständigen mit 19,2%. An 3. Stelle steht die Gruppe der Hausfrauen mit 16,8%, gefolgt von den in Ausbildung Befindlichen mit 8,4%; die Rentner stellen mit 6,6% das Schlußlicht dar. Relativ niedrig erscheint der Anteil der Arbeiter mit 7,2% (Graphik 2).

Hinsichtlich der Zusammensetzung des Krankengutes spielt das Unfallgeschehen eine große Rolle. Deshalb wurde der Unfallhergang festgehalten und die Verletzung hinsichtlich ihres Unfallmechanismus eingeteilt.

Die meisten Unfälle, 54,5% des Krankengutes, traten beim Sport auf (Graphik 3), (Tab. 4). Dies ist auf die überaus hohe Zahl der Skiunfälle zurückzuführen, die mit 31,7% des Krankengutes deutlich höher liegt, als die Angaben anderer Autoren. WEBER (133) verzeichnet 23,8%, BECK (5) 22,7% und STADLER (126) 19,2% Skistürze. Haushalts- und Arbeitsunfälle sind mit 10,8 bzw. 7,8% vergleichsweise unterrepräsentatiert.

Ein direktes Trauma als Unfallmechanismus fanden wir in 11 Fällen (6,6%). WEBER (1966) (133) gibt hierzu im Vergleich bei 166 Luxationsfrakturen 5% direkte Traumen an. Neben den 53 Skistürzen waren weitere 66 Unfälle auf ein Umknicken des Fußes zurückzuführen. 23 Unfälle (13,8%) ereigneten sich bei Stürzen mit stärkerem Aufprall (Graphik 4).

Bei 21 Frakturen (12,6%) mußte aufgrund großer Gewalteinwirkung, wie z.B. bei den Trümmerfrakturen, eine schwere Traumatisierung festgestellt werden. Bei 2 Frakturen wurde anhand der Begleitumstände (vorbestehende Osteoporose) ein leichtes, nahezu inadäquates Trauma angenommen. Bei den meisten Patienten (83,2%) konnte keine klare Aussage über den Schweregrad des Traumas gemacht werden.

Wichtig in diesem Zusammenhang war auch die Feststellung einer vorliegenden Luxationsfraktur. Sie wurde in 103 Fällen (61,7%)

Tabelle 3 Geschlechtsverteilung und durchschnittliches Unfallalter bei Frakturen des oberen Sprunggelenkes in der Literatur

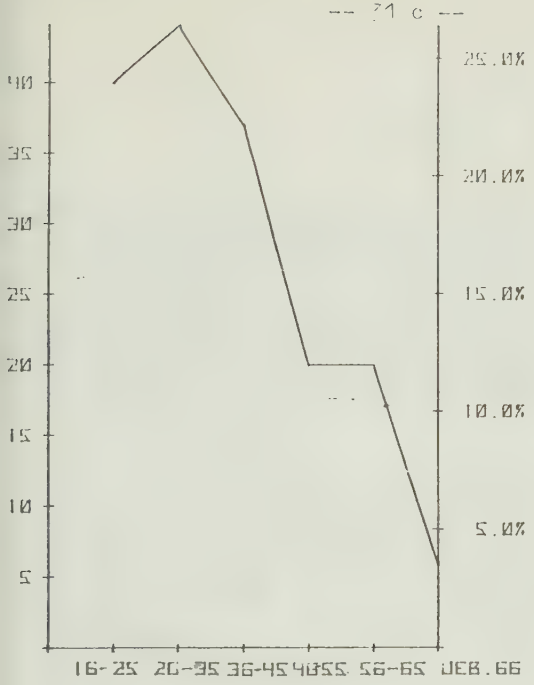
		n	Geschlechtsverteil. männl.	weibl.	Unfallalter im Durchschnitt
BECK (5)	1978	120	-	-	39,0 J
BURWELL (10)	1965	132	49,6%	50,4%	-
DECKER (18)	1978	164	60,9%	39,1%	-
DÜRIG (24)	1978	75	69,3%	30,6%	48,0 J
FRIEDEBOLD (33)	1978	46	41,3%	58,7%	38,3 J
HACKENBRUCH (40)	1977	215	-	-	39,0 J
JOY (52)	1974	117	46,1%	53,9%	44,4 J
LECESTRE (66)	1976	194	47,9%	52,1%	47,0 J
PANKARTER (90)	1977	140	51,4%	48,6%	40,8 J
RÜEDI (108)	1968	82	58,5%	41,5%	39,0 J
STADLER (126)	1975	167	40,1%	59,9%	48,4 J
TAUBER (127)	1971	108	44,0%	56,0%	41,0 J
Ø		1303	51,6%	48,4%	43,4 J
Eigenes Ergebnis	1979	167	44,3%	55,7%	37,7 J

Tabelle 4 Literaturangaben über den Unfallhergang

		n	Sportunfall	Verkehrsunfall	häusl. Unfall	Arbeitsunfall	sonst. Unfall
BECK (5)	1978	132	39,4 %	26,5 %	20,5 %	12,1 %	1,5 %
DECKER (18)	1978	164	18,9 %	27,4 %	24,4 %	29,3 %	-
DÜRIG (24)	1978	75	47,0 %	10,0 %	19,0 %	24,0 %	-
HENKEMEYER (46) (Typ C)	1976	42	21,4 %	30,9 %	16,6 %	8,3 %	4,8 %
KUNER (58)	1975	105	31,4 %	16,2 %	16,2 %	26,7 %	9,5 %
PANKARTER (90)	1977	140	14,0 %	32,0 %	21,0 %	24,0 %	7,0 %
STADLER (126)	1975	167	32,9 %	29,3 %	25,1 %	12,7 %	-
Eigenes Ergebnis	1979	167	54,5 %	19,8 %	10,8 %	7,8 %	7,2 %

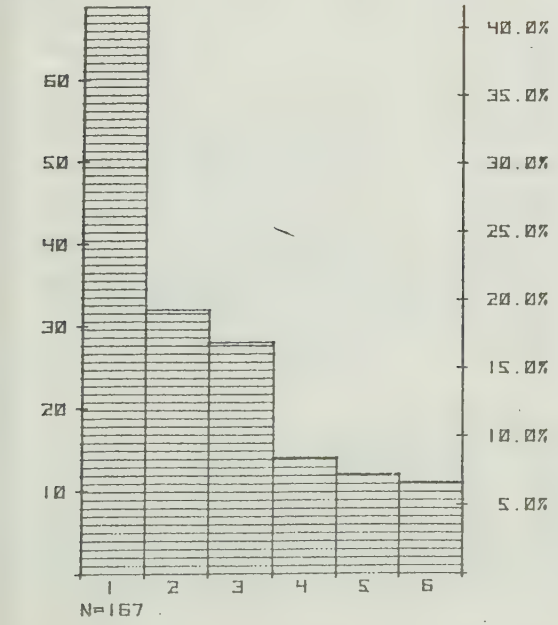
GRAPHIK 1

ALTERSVERTEILUNG DES KOLLEKTIVS



GRAPHIK 2

BERUFSVERTEILUNG



1 = ANGESTELLTE

2 = SELBSTSTAENDIGE

3 = HAUSFRAUEN

4 = IN AUSBILDUNG STEHENDE

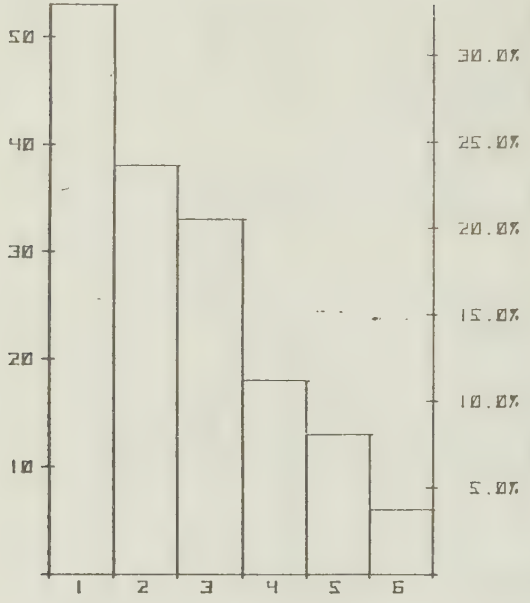
5 = ARBEITER

6 = RENTNER

GRAPHIK 3

UNFALLHERGANG

N=167



1 = SKIUNFALL

2 = SONST. SPORTUNFALL

3 = VERKEHRSUNFALL

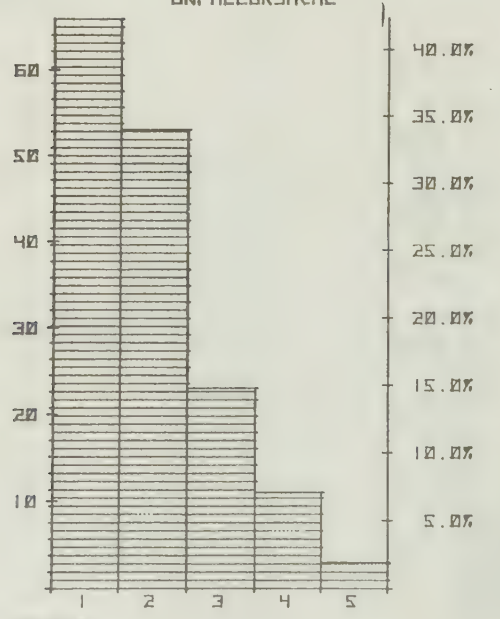
4 = HAUSHALTSUNFALL

5 = ARBEITSUNFALL

6 = SONST. UNFALL

GRAPHIK 4.

UNFALLURSACHE



N=167

1 = UMKNICKEN

2 = SKISTURZ

3 = STURZ

4 = DIREKTES TRAUMA

5 = SONST. URSACHE

durch das Röntgenbild oder den Erstbefund dokumentiert. Bei 62 Patienten (37,1%) war das Gelenk so verletzt, daß eine Luxation ausgeschlossen werden konnte. 2 Patienten konnten wir allerdings in keine der beiden Gruppen einordnen.

Die Seitenverteilung war ausgeglichen, 85 mal war das rechte Sprunggelenk und 82 mal das linke betroffen, wobei 4 Patienten beidseitige Malleolarfrakturen erlitten. 6 Patienten (3,6%) wiesen eine offene Fraktur auf, die in dieser Häufigkeit auch von anderen Autoren angegeben wird (Tab. 5).

2) Angaben zur Fraktur

Unsere operierten Sprunggelenksfrakturen setzen sich folgendermaßen zusammen: es fanden sich 34 isolierte Fibulafrakturen, 10 isolierte Innenknöchelfrakturen und 2 isolierte Tibiakantenabbrüche. 63 mal lagen bimalleoläre Frakturen vor, gefolgt von 50 trimalleolären Frakturen. Hinzu kommen noch 7 Trümmerbrüche. Somit stellen die bi- und trimalleolären Frakturen 67,7% des Krankengutes . Diese Frakturen teilten wir nach der Klassifikation von WEBER und zum Vergleich auch nach der Klassifikation von LAUGE-HANSEN ein.

Für die Klassifikation nach WEBER ergaben sich folgende Gruppen (Graphik 5):

Typ A 19 Fälle (11,4%)
Typ B 95 Fälle (56,9%)
Typ C 41 Fälle (24,6%).

Stauchungsfrakturen lagen 9 mal vor (5,4%). Bei 3 Frakturen war eine Einteilung in dieses Schema nicht möglich.

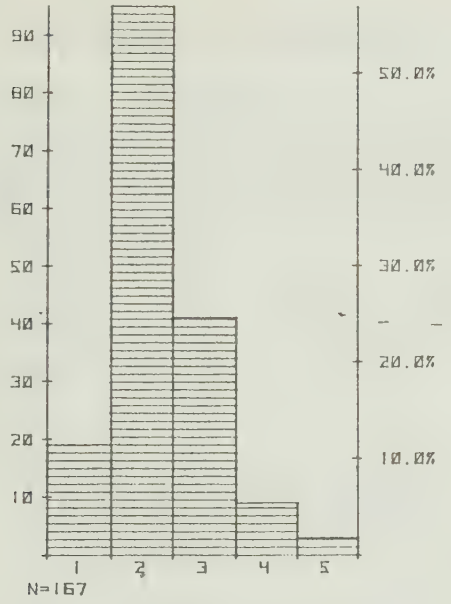
Vergleicht man die prozentuale Häufigkeit der einzelnen Typen bei verschiedenen Autoren (Tab.6), so ist die Schwankungsbreite beträchtlich. Wenn hierfür auch in erster Linie die Zusammensetzung des Krankengutes jeder einzelnen Klinik ausschlaggebend ist, so wird die Häufigkeitsverteilung doch auch durch die unterschiedliche Indikationsstellung zur Operation beeinflußt. Dies zeigt sich besonders bei Typ A, der zwischen 4,3% und 25% der einzelnen Kollektive ausmacht, da gerade hier nicht jede Sprunggelenksfraktur auch operiert wird. Allgemein dominiert nach Literaturangaben der Typ B.WEBER (1966) (133) und RENNE (1974) (99) finden allerdings den Typ C am häufigsten. Die differierende Verteilung der Typen B und C kann aber auch durch unterschiedliche Einordnung in Grenzfälle mit-bedingt sein, bei denen eine klare Zuordnung Schwierigkeiten bereiten kann.

Nach der genetischen Klassifikation von LAUGE-HANSEN fanden wir folgende Verteilung (Graphik 6):
8 Fälle (4,8%) waren Supinations- Adduktionsfrakturen (SA)
86 Fälle (50,9%) waren Supinations- Eversionsfrakturen (SE)
26 Fälle (15,6%) waren Pronations- Abduktionsfrakturen (PA)
36 Fälle (21,5%) waren Pronations- Eversionsfrakturen (PE).
Desweiteren lagen 9 Stauchungsfrakturen vor, 3 Frakturen ließen sich nicht schematisieren.

Tabelle 5 Zahl der offenen Sprunggelenksfrakturen in der Literatur

		n	offene Frakturen
BECK (5)	1978	120	3,3 %
BRODIE (8)	1974	298	2,3 %
BURWELL (10)	1965	132	5,2 %
DECKER (18)	1978	164	10,9 %
FASOL (27)	1976	55	3,6 %
HACKENBRUCH (40)	1977	214	2,8 %
KUNER (58)	1975	105	4,8 %
MAATZ (69)	1973	938	3,9 %
MÜLLER,J. (80)	1978	572	2,9 %
PANKARTER (90)	1977	140	3,5 %
PAUL (91)	1973	983	3,3 %
RÜEDI (108)	1968	82	6,1 %
RÜEDI (110)	1978	75	4,0 %
SCHULZE (120)	1976	199	10,6 %
STADLER (126)	1975	167	1,8 %
WELZ (138)	1976	629	7,3 %
Ø		4873	4,5 %
Eigenes Ergebnis	1979	167	3,6 %

APHIK 5 KLASSIFIKATION DER SPRUNGGELENKSFRAKTUREN NACH WEBER



APHIK 6 VERTEILUNG DER SPRUNGGELENKSFRAKTUREN NACH LAUGE-HANSEN

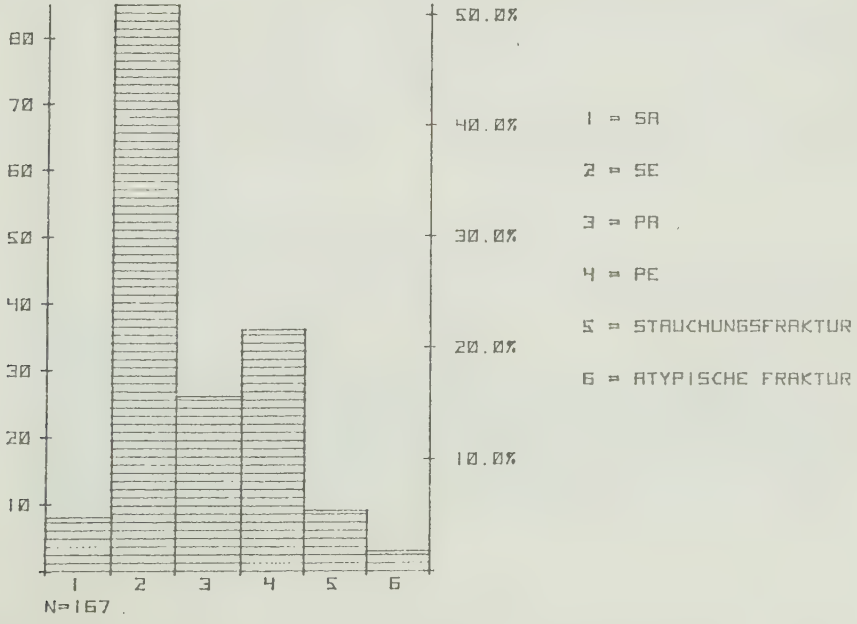


Tabelle 6 : Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach WEBER in der Literatur

	n	Typ A	Typ B	Typ C	Sonst.
[illegible]	[illegible]	[illegible]	15	34	[illegible]	-
MULLER,M. (80)	1070	243	13,6	50,7	35,7	-
TAUBER (197)	1974	108	14,8%	64,8	20,4	-
WEIS (138)	1974	573	10,3%	45,3%	37,6%	[illegible]
REHM ([illegible])	[illegible]	98	24,5	34,7	40,8	-
KUHNE (1[illegible])	1975	1 5	17,[illegible]	50,5	32,4	-
[illegible]ER,W. ([illegible])	1977	187	12	64	24	-
STAHLIP ([illegible])	1975	1[illegible]	0,5	[illegible],6%	[illegible],0	-
LECELSTEN ([illegible])	197[illegible]	194	15	60,3	24,7	-
DECKER (18)	1978	184	4,3%	77,4	18,3	-
NIETHARD (88)	1979	152	8,3	49,0	32,5	[illegible],2
FAHLPTEP ([illegible])	1979	240	14	64	21	-
[illegible]	1979	2[illegible]	14	44	35	[illegible]
[illegible])	1979	[illegible]2	17,5	[illegible]	[illegible]	-
[illegible]	[illegible]	[illegible]	25	39	20	15,
[illegible]enes Ergebnis		[illegible]5	[illegible],4	5[illegible],9	2[illegible]	7,

Die Quote der SA-Frakturen lag bei uns relativ niedrig im Vergleich zu Literaturangaben, wir hatten dagegen eine relativ hohe Anzahl von PE-Frakturen (Tab.7). Am häufigsten war allgemein die SE-Fraktur zu finden. Wie bei der Klassifikation nach WEBER ist auch hier die große Streubreite auffallend, die neben der unterschiedlichen Zusammensetzung des Krankengutes jeder einzelnen Klinik auch von der Selektion durch die Indikationsstellung abhängt.

Unterteilt man die Frakturen nach dem von LAUGE-HANSEN angegebenen Schweregrad, der sich an der Zahl und Reihenfolge der einzelnen Läsionen orientiert, so erhält man 46 Frakturen der Schweregrade I und II (29,9%) und 108 Frakturen der Schweregrade III und IV (70,1%).

Im einzelnen waren die Verletzungen wie folgt lokalisiert:

1. Die Fibula war 159 mal verletzt:
   hier dominierten die Schrägfrakturen mit 89 Fällen mit großem Abstand vor den 29 hohen Fibulafrakturen, die gefolgt waren von 24 Außenknöchelquerfrakturen, 11 Mehrfachfrakturen, 5 Rupturen der Außenbänder und einer Abrißfraktur der Außenknöchelspitze.
2. Die Syndesmose war 125 mal verletzt:
   78 mal war sie intraligamentär gerissen, 32 mal partiell eingerissen und 15 mal mit einem Knochenfragment Fibula und Tibia ausgesprengt. In einem Fall konnte über den Zustand der Syndesmose keine Aussage gemacht werden, 41 mal war sie intakt. Eine Verletzung der Syndesmose fand sich in unserem Gesamtkollektiv also in 74,9%. Die in Tab. 8 angegebenen Häufigkeiten der Syndesmosenläsion weist große Schwankungen zwischen einzelnen Autoren auf. Dabei ist zu berücksichtigen, daß der Typ A jeweils unterschiedlich oft repräsentiert ist. So ist in den Kollektiven mit geringer Häufigkeit der Syndesmosenläsionen der Typ A stärker vertreten als z.B. bei LINDEMAIER (1976) (68), der bei seiner Zusammensetzung den Typ A ganz ausschloß und daher bei 87,1% des Gesamtkollektives eine Syndesmosenläsion vorfindet. Eher vergleichbar sind deshalb die Häufigkeitsangaben bei Typ B. Hier sind die Schwankungen nicht so groß, LINDENMAIER findet 79%, SEILER (1977) (121) findet 93% und wir finden 84,2% Syndesmosenläsionen bei Typ B.
3. Der Innenknöchel war 118 mal verletzt:
   hier wurden am häufigsten Querfrakturen gefunden (55 mal), in 41 Fällen war das Deltaband gerissen, 17 mal war eine Meißelfraktur nachzuweisen und 5 mal war der Innenknöchel zertrümmert worden
4. Die Tibiabasis war 72 mal verletzt:
   davon waren in 40 Fällen ein kleines Hinterkantenfragment unter einem Fünftel der Gelenkfläche schalenförmig ausgerissen, weitere 10 Fälle wiesen ein Kantenfragment unter einem Drittel der Gelenkfläche auf und 11 mal war das hintere Kantenfragment größer als ein Drittel der Gelenkfläche. Bei 9 Patienten lag eine Trümmerfraktur vor. 2 Läsionen der Tibiabasis waren vordere Kantenabbrüche.

Tabelle 7 Einteilung der Sprunggelenksfrakturen nach LAUGE - HANSEN in der Literatur

		n	SA	SE	PA	PE	Sonst.
LAUGE-HANSEN (65)	1952	228	16%	71%	5%	7%	1%
REIMERS (98)	1953	209	14%	62%	10%	7%	7%
BURWELL (10)	1965	135	6%	45%	24%	18%	7%
REICHMANN (97)	1969	157	5%	55%	5%	9%	26
MAATZ (69)	1973	938	9%	58%	15%	16	2%
BRODIE (8)	1974	298	9%	52%	29%	7%	3%
JOY (52)	1974	118	4%	41%	25%	17%	13%
TEUBNER (128)	1974	144	12%	44%	24%	7%	13
MUSCHTER (86)	1975	107	0%	71%	12%	17%	-
RICHTER (101)	1975	100	9%	64%	15%	12%	-
SARKISIAN (114)	1976	150	10%	57%	5%	26%	2%
NIETHARD (88)	1977	157	8%	49%	10%	26%	7%
Eigenes Ergebnis		167	4,8%	50,3%	15,6%	21,5%	7,2%

Tabelle 8 Syndesmosenläsionen nach Angaben in der Literatur

		n	Häufigkeit im Gesamtkollektiv	Häufigkeit bei Typ B
LINDENMAIER (68)	1976	310	87,1 %	79,0 %
PANKARTER (90)	1977	140	57,0 %	-
RESCHAUER (100)	1977	109	79,8 %	-
SEILER (121)	1977	203	68,0 %	93,0 %
Eigenes Ergebnis	1979	167	74,9 %	84,2 %

Tabelle 9 Angaben über den Abstand zwischen Unfall und Operation in der Literatur

		n	Frühversorgung (= bis 15 Tage)	Spätversorgung (= über 15 Tage)
BRODIE (8)	1974	298	91,3 %	8,7 %
HACKENBRUCH (40)	1977	215	90 %	10 %
SCHULZE (120)	1976	199	89,5%	10,5 %
Eigenes Ergebnis	1979	167	83,2%	16,8 %

5. Am Talus wurde 6 mal Knorpelschaden diagnostiziert.

3) Angaben zur Operation

Die Zahl der Operationen in den einzelnen Jahren stieg von 1968 mit 9 Operationen über 1969 mit 13 Operationen, 1970 17 Operationen bis 1971 mit 27 Operationen kontinuierlich an, um sich dann bei 23 Operationen im Jahre 1972, 26 Operationen im Jahre 1973, 25 Operationen im Jahre 1974 und 27 Operationen im Jahre 1975 einzupendeln. Dieser Anstieg der Operationszahl von 1968 bis 1971 ist wohl auf einen allgemeinen Trend zur Operation von Malleolarfrakturen zurückzuführen.
Mit großzügigerer Indikationsstellung stieg so auch die Zahl der Operationen an (Graphik 7).

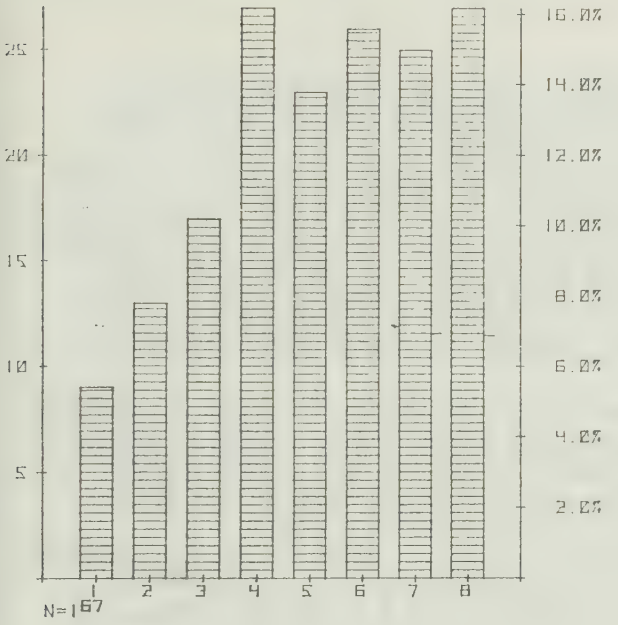
Von den 167 Patienten wurden 77 (46,1%) direkt einer operativen Behandlung zugeführt. Dies ist relativ wenig, wenn man vergleichbare Angaben berücksichtigt: HACKENBRUCH (1977) (40) verzeichnet bei Pilon-Frakturen in 58,6% der Fälle eine sofortige Operation und bei BECK (1968) (5) wurden 82,5% der Verletzten primär operiert. Das relativ seltene direkte operative Vorgehen ist damit zu erklären, daß 29,9% der Patienten zur Operation von auswärts zuverlegt wurden. Dies ist auf die hohe Zahl der Skiunfälle zurückzuführen, bei denen die Fraktur nach Reposition erst einmal im Transportgips ruhiggestellt wurde. 2 Patienten waren anderenorts operativ vorbehandelt worden, die Operation mußte aber aus Narkosegründen abgebrochen werden und sollte nun vollendet werden. Die Frakturen von 37 Patienten (22,2%) sollten andernorts konservativ zur Ausheilung gebracht werden, verbliebene Repositionsfehler machten aber eine operative Revision notwendig (Graphik 8).

Aufgrund der hohen Zahl der primär konservativ angegangenen Sprunggelenksfrakturen beträgt der Abstand zwischen dem Unfall und der Operation im Durchschnitt 11,6 Tage. Am selben Tag wurden 10,7% (17) aller Patienten operiert, bis zum 4. Tag nach dem Unfall waren weitere 55,6% (93) operiert. Spätversorgungen nach dem 15. Tag nach Unfall im Sinne von Rekonstruktionen wurden bei 16,8% (25) aller Patienten durchgeführt. Der längste Abstand zwischen Unfall und Operation betrug über ein Jahr (373 Tage). Im Vergleich zu anderen Autoren ist dies eine relativ hohe Zahl, wie Tab. 9 zeigt.

Folgende Osteosynthesematerialien wurden zur Stabilisierung der einzelnen Frakturen verwendet:

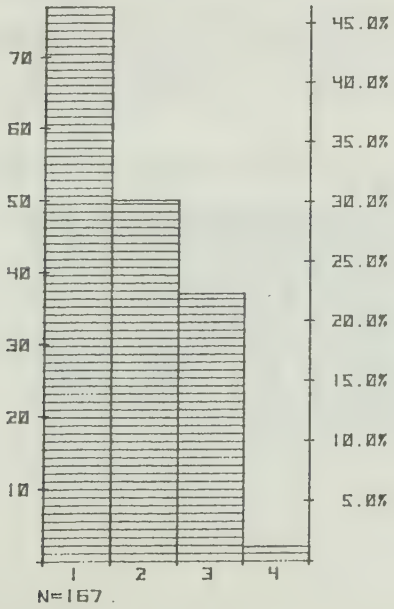
1. Von den 159 Fibulaläsionen wurden 137 (86,2%) operiert. Dominierend sind dabei die Markschienung durch Rush-pin in 42 Fällen und die Verschraubung in 42 Fällen. 31 Cerclagen wurden meist mit Marknägeln kombiniert. 22 mal wurde die Fraktur durch eine Drittelrohrplatte neutralisiert. Ebenso oft kam auch die Zuggurtung am Außenknöchel zum Einsatz. Eine Spickung der Fraktur mittels

GRAPHIK 7 ZAHL DER OPERATIVEN SPRUNGGELENKSVERSORGUNGEN PRO JAHR



1 = OP-JAHR: 1968
2 = OP-JAHR: 1969
3 = OP-JAHR: 1970
4 = OP-JAHR: 1971
5 = OP-JAHR: 1972
6 = OP-JAHR: 1973
7 = OP-JAHR: 1974
8 = OP-JAHR: 1975

GRAPHIK 8 BEHANDLUNG



1 = PRIMAER OPERATIVE VERSORGUNG
2 = KONSERVATIVE VORBEHANDLUNG
3 = PRIMAER KONSERVATIVE VERSORGUNG
4 = OPERATIVE VORBEHANDLUNG

Kirschner-Drähten wurde 14 mal durchgeführt. 2 mal wurde ein gerissenes Außenband genäht und 3 mal war das Vorgehen individuell unterschiedlich und konnte nicht schematisiert werden, wie z.B. eine Knochenspaneinbolzung.

2. Von den 125 Syndesmosenläsionen wurden 117 (93,6 %) operiert. Die dominierende Methode stellt dabei die Naht der gerissenen Syndesmose und die Sicherung der Naht durch eine suprasyndesmale Stellschraube dar. Sie wurde bei 67 Patienten angewandt. Durch Naht allein wurden 22 Läsionen versorgt. Ein knöcherner Ausriß wurde 8 mal reponiert und/oder verschraubt. 8 mal wurde allein eine Stellschraube eingebohrt. Trümmerfrakturen wurden meist mit Kirschner-Drähten gespickt, bei 5 weiteren Fällen war das Vorgehen nicht einzuordnen.
3. Von den 118 Innenknöchelläsionen wurden 101 (85,6 %) operiert. Dabei kam in 38 Fällen eine Zuggurtung zum Einsatz; 29 mal wurde die Innenknöchelfraktur verschraubt, 25 mal ein gerissenes Deltaband genäht, 6 mal der Innenknöchelabbruch gespickt, 1 mal wurde die Fraktur mit einer Platte neutralisiert und 2 mal war das Vorgehen atypisch.
4. Von den 72 Läsionen der Tibiabasis wurden 26 (36,1 %) operativ versorgt: davon 11 durch Verschraubung mit einer Schraube, 6 durch doppelte Verschraubung und 9 wurden gespickt. 6 der 10 Kantenfragmente von unter einem Drittel der Gelenkfläche wurden nicht operiert, wie auch alle 40 Kantenfragmente, die weniger als ein Fünftel der Gelenkfläche ausmachten und somit einer operativen Refixation nicht bedurften.
5. Von den 6 Knorpelschäden an der Trochlea des Talus wurde in 3 Fällen ein Eingriff am Knorpel, wie z.B. das Abtragen von lädierten Knorpellamellen, durchgeführt.

Die Quote der Sekundärheilungen interessiert jeden Operateur, hängt nicht zuletzt von ihr die Indikationsstellung ab. 4 Sprunggelenksosteosynthesen waren von einem oberflächlichen Weichteilinfekt begleitet, der antibiotisch alsbald zur Ausheilung gebracht werden konnte. Eine Osteomyelitis trat glücklicherweise nicht auf (Tab. 10).

4 Patienten mußten sich einem zweiten operativen Eingriff unterziehen. Es handelte sich hierbei um:
Eine Dislokation eines vorderen Kantenfragmentes, die 14 Tage nach der ersten Operation erneut verschraubt werden mußte, eine Innenknöchelpseudarthrose nach Innenknöchelverschraubung, eine Fibulapseudarthrose nach Versorgung mit Rush-pin und eine sekundäre Arthrodese nach Arthrose. 2 Pseudarthrosen bei 106 untersuchten Patienten entsprechen einer Häufigkeit von 1,9 %. Vergleichsweise gibt WELZ (1976) (138) bei 629 operierten Sprunggelenksfrakturen eine Rate von 0,95 % an, RÜEDI (1968) (18) findet bei 84 Pilon-Tibialfrakturen 1,2 % Pseudarthrosen und DECKER (1978) (18) bei 164 Sprunggelenksfrakturen 2,4 % Pseudarthrosen.

Tabelle 10 Angaben über sekundäre Heilung und Osteomyelitis in der Literatur

		n	sekundäre Heilung	Osteomyelitis
BECK (5)	1978	120	4,2 %	-
BRODIE (8)	1974	298	2,7 %	0,3 %
BURWELL (10)	1965	132	6,1 %	-
DECKER (18)	1978	164	3,1 %	-
FASOL (27)	1976	55	9,1 %	-
MÜLLER,J. (80)	1978	572	3,3 %	0,7 %
MÜLLER,W. (85)	1975	187	1,1 %	-
PANKARTER (90)	1977	140	0,7 %	-
RÜEDI (108)	1968	82	3,7 %	3,7 %
RÜEDI (110)	1978	75	8,0 %	4,0 %
SCHULZE (120)	1976	199	4,0 %	0,5 %
WELZ (138)	1976	629	3,8 %	-
∅		2653	3,5 %	0,5 %
Eigenes Ergebnis	1979	167	2,4 %	-

Die Dauer des Krankenhausaufenthaltes konnte aus den Krankenblättern bestimmt werden. Sie betrug durchschnittlich 19 Tage mit einem Minimum von 4 Tagen und einem Maximum von 65 Tagen. Nicht berücksichtigt wurde hierbei der zusätzliche stationäre Aufenthalt zur Metallentfernung, da dieser Eingriff oft andernorts durchgeführt wurde. Zum Vergleich gibt HACKENBRUCH (1977) (40) 14 Tage stationären Aufenthalt an, bei WEBER (1966) (133) betrug der stationäre Aufenthalt durchschnittlich 17,3 Tage, und bei KUNER (1975) (58) 18,1 Tage.

Grundsätzlich wurde jede Fraktur postoperativ in einem Gipsverband ruhiggestellt. Dieser wurde durchschnittlich 9,7 Wochen lang getragen. Das Minimum lag bei 3 Wochen, das Maximum betrug 20 Wochen.
Während der ersten Operationsjahre wurde dabei die Fraktur wie eine konservative behandelt und eine funktionelle Nachbehandlung nicht angeschlossen. Erst im Laufe der Jahre ging man dazu über, die Gelenke postoperativ krankengymnastisch zu beüben und, bei weitgehender freier Funktion, in einem erneuten Gipsverband sicherheitshalber ruhig zustellen. Deshalb ist unsere Gesamtruhigstellungsdauer im Gipsverband noch beträchtlich höher als die anderer Autoren; BURWELL (1965) (10) gibt eine Ruhigstellungsdauer von durchschnittlich 5,2 Wochen an, SEILER (1977) (121) weist eine durchschnittliche Ruhigstellung von 6 Wochen auf.

4) Beurteilung der Osteosynthese

Insgesamt wurde bei 123 Patienten (73,7%) unseres Behandlungsgutes das Ergebnis der Operation als optimal eingestuft. Als Kriterien für ein optimales Operationsergebnis wurde von uns angesehen:
1. anatomisch exakte Reposition der Gelenkflächen unter Vermeidung von Stufenbildungen;
2. Versorgung aller biomechanisch wichtigen lädierten Einzelstrukturen;
3. Übungsstabile Osteosynthese.

Bei 44 Sprunggelenksosteosynthesen (26,3%) waren diese Kriterien nicht erfüllt. Schuld daran waren unter anderem Gelenkstufen von über 1 mm , die bei 36 Frakturen nach der Reposition verblieben; desweiteren erschien bei 28 Osteosynthesen die Fixation instabil, wobei die Instabilität bei 7 Frakturen (Trümmerfrakturen) als unvermeidlich angesehen wurde. Bei den restlichen 21 Osteosynthesen hätte man vermutlich durch Wahl eines geeigneteren Osteosynthesematerials die Instabilität vermeiden können. SCHULZE (1976) (120) verzeichnet in 199 Fällen (12,1%) instabile Osteosynthesen. Operationstechnische Mängel, wie ein im Bruchspalt liegendes Schraubengewinde, oder auch eine Osteosynthese der Fibula unter Verkürzung mit verbleibender Valgussubluxationsstellung mußten als schlechtes Ergebnis eingestuft werden. 26,3% technische Fehler sind sicher sehr viel, was auch der Vergleich mit den Ergebnissen anderer Autoren zeigt, auch wenn man voraussetzt, daß nicht derselbe Maßstab verwendet wurde (Tab. 11). Zu berücksichtigen ist dabei allerdings, daß in den ersten Jahren die Indikation zur operativen Behandlung enger gestellt wurde und öfter eine Adaptationsosteosynthese vorgenommen

Tabelle 11 Postoperatives Operationsergebnis im Röntgenbild bei Frakturen des oberen Sprunggelenkes in der Literatur

		n	einwandfrei (= optimal)	ungenügend (= nicht optimal)
BARTUSCH (4)	1976	80	73,0%	27,0%
BURGEIL (10)	1965	132	77,2%	22,8%
MÜLLER,E. (80)	1978	213	75,0%	25,0%
PANKARTER (90)	1977	140	86,5%	13,5%
RESCHAUER (100)	1977	109	87,2	12,8
[illegible]LZ (138)	1976	532	74,8%	25,2%
Eigenes Ergebnis [illegible]		167	73,7%	26,3%

wurde, die keine ausreichende Übungsstabilität erwarten ließ. Dies wurde von uns als nicht optimal eingestuft, da die Vorteile der Osteosynthese nicht voll genutzt wurden.

Die Resultate der Nachuntersuchung

1) Ergebnisse des Fragebogens

Es sollte auf eine ausführliche Befragung hinsichtlich der subjektiven Einschätzung des Behandlungsergebnisses nicht verzichtet werden. Deshalb stellten wir den nachuntersuchten Patienten 17 Fragen von unterschiedlicher Bedeutung. Insgesamt erhielten wir von 106 Patienten einen vollständig ausgefüllten Fragebogen. Die ersten fünf Fragen umfaßten unspezifische Beschwerden, wie die bei Frakturen aller Art häufig auftretende Wetterfühligkeit, etwaigen Narbenschmerz, Schwellungsneigung der verletzten Extremität, vorzeitiges Ermüden und ein Unsicherheitsgefühl, das den Patienten besonders beim Treppensteigen auffiel.

Wie vermutet zeigte sich, daß ein beträchtlicher Anteil, nämlich 63,3% der 106 befragten Patienten den Wetterumschlag in ihrem ehemals verletzten Sprunggelenk spürten, wenn auch die Hälfte davon nur selten. Dieses Symptom tritt nach Frakturen oft auf und hat keine spezifische Bedeutung, noch dazu im südbayerischen Raum, wo schon normalerweise viele Menschen über Wetterfühligkeit - gerade bei Föhn - klagen.

Schmerzen im Bereich der Operationsnarbe, wie sie nach Operationen immer einmal auftreten können, gaben 10 Patienten an, wobei bei einigen Fadengranulome getastet werden konnten. Bei anderen war vermutlich der Nervus peronaeus superficialis in das Narbengebiet mit einbezogen, wobei dann auch über Sensibilitätsstörungen im Bereich des lateralen Fußrückens geklagt wurde.

Ein vermehrtes Anschwellen des verletzten Beines im Bereich der Knöchelgegend und des Unterschenkels bemerkten immerhin 45% der 106 befragten Patienten. Auch dies ist eine sehr häufige lokale Frakturfolge, die nicht nur bei Sprunggelenksfrakturen gefunden wird und die als Ausdruck einer vorübergehenden Zirkulationsstörung anzusehen ist.

35 Patienten (32,1%) klgten anläßlich der Nachuntersuchung über vorzeitiges Ermüden der ehemals verletzten Extremität bei längerer Belastung. Das ist wohl als ein Symptom muskulärer Verspannungen anzusehen, welches sich in den Geh- und Stehberufen unangenehm bemerkbar macht.

Auch ein nach der Verletzung übrig gebliebenes Unsicherheitsgefühl, welches von 23 Patienten (21,1%) geklagt wurde, stellt eine Beeinträchtigung dar. Dieses Symptom zeigt sich beim Treppensteigen, besonders beim Treppabsteigen. FREEMAN (1976) (32) deutet das Unsicherheitsgefühl als Zeichen einer funktionellen Instabilität, die nach Schädigung der in der Gelenkkapsel sitzenden

Mechanorezeptoren auftritt. Die physiologische Sicherung des Gelenkes vor Extremstellungen beruht auf der reflektorischen Anspannung der Unterschenkelmuskeln. Ist durch eine Verletzung der Gelenkkapsel der afferente Teil des Reflexbogens unterbrochen, so resultiert ein Unsicherheitsgefühl, das bis zur chronischen Verstauchung führen kann.

Auf die Erfassung von Informationen über den Arthrosekomplex zielten Fragen ab über eine Zunahme von Beschwerden, über Anlaufschmerzen, nächtliche Schmerzen und eine zwischenzeitliche ärztliche Behandlung.

11 Patienten gaben an, daß ihre Beschwerden in letzter Zeit zugenommen hätten, was man als Zeichen für eine progrediente Verschlechterung der Gelenkfunktion ansehen muß.

Über Anlaufschmerzen klagten 26 der 109 nachuntersuchten Patienten. KAISER (1976) (53) hält morgendliche Anlaufschmerzen für verspannungsbedingt und findet deshalb nicht immer eine Übereinstimmung mit klinischen und röntgenologischen Veränderungen.

Nächtliches Auftreten von Schmerzen gaben 12 Patienten an. Ebenfalls 12 Patienten mußten sich zwischenzeitlich aufgrund ihrer Beschwerden in ärztliche Behandlung begeben.

Weiterhin sollte untersucht werden, inwieweit eine objektiv gemessene Funktionseinbuße mit der subjektiven Empfindung der Funktionseinschränkung übereinstimmt. So fragten wir deshalb nach dem freien Abrollen des Fußes, der Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit, der Sportfähigkeit und danach, ob die Beschwerden einen Beschäftigungswechsel notwendig machten, oder ob eine unfallbedingte Rente bezogen würde.

6 Patienten konnten den Fuß nicht abrollen, mehrere Patienten vermerkten handschriftlich auf dem Fragebogen, daß sie den Fuß teilweise nicht abrollen könnten. Dies zeigte uns, daß die Frage nicht präzise und differenziert genug gestellt wurde. Denn allein 16 Patienten beklagten eine starke Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit, bei weiteren 44 Patienten war diese wenig und bei 41 Patienten gar nicht eingeschränkt. 30 Patienten verneinten die Frage nach sportlicher Betätigung, es wurde allerdings nicht gefragt, ob diese Patienten vorher Sport getrieben hatten. Bei 8 Patienten waren die Beschwerden so gravierend, daß sie die Beschäftigung wechseln mußten. 6 Patienten beziehen eine unfallbedingte Rente.

Bei 32 Patienten lag ein Versicherungsfall vor und es sollte deshalb geprüft werden, ob diese Patientengruppe hinsichtlich ihrer subjektiven Angaben gegenüber den übrigen Patienten durch ein schlechteres Abschneiden auffiel. Nach Durchsicht der Ergebnislisten zeigte sich kein bedeutsamer Unterschied.

Zum Schluß wurden die Patienten nach ihrer Beurteilung des Behandlungsergebnisses befragt. Hierbei waren 53 Patienten (48,6%) mit dem Resultat sehr zufrieden, weitere 35 Befragte

(32,1%) schätzten das Ergebnis als gut ein, 12 Patienten (11%) urteilten mit befriedigend, 5 Patienten (4,6%) hielten das Resultat für ausreichend und 4 Verletzte beurteilten das Ergebnis als schlecht, waren also nicht zufrieden (Graphik 9). Insgesamt schätzten 80,7% unserer nachuntersuchten Patienten das Ergebnis spontan als sehr gut und gut ein.

2) Ergebnisse der klinischen Nachuntersuchung

Neben der Messung der Beweglichkeit im oberen und unteren Sprunggelenk sollten auch lokale Frakturfolgen erfaßt werden und die bereits im Fragebogen angegebenen Schmerzzustände überprüft und registriert werden (Graphik 10).

Druckschmerz gaben 22 der nachuntersuchten 106 Patienten (20,7%) im Bereich der Operationsnarben und über dem Innen- und Außenknöchel an. Das ist bei dem geringen Weichteilmantel, der die Knöchel umgibt, nicht verwunderlich, da hierbei neben Verwachsungen auch osteophytäre Randwülste leicht zu tasten sind.

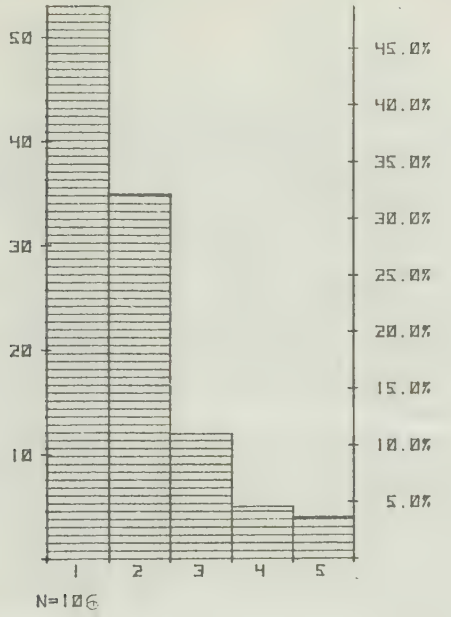
Anläßlich der Funktionsprüfung äußerten 14 der 106 kontrollierten Patienten Schmerzen bei der Bewegungsausführung. Somit erscheinen die Zahlen der im Fragebogen angegebenen Schmerzen nicht übertrieben.

Desweiteren wurde bei der Untersuchung auf das Vorhandensein eines Reibegeräusches im Gelenk geachtet, was 15 mal festgestellt wurde.

Eine Muskelatrophie der verletzten Extremität wurde als häufigste lokale Frakturfolge, nämlich bei 50 Patienten, durch Messen des größten Wadenumfanges konstatiert. Dabei mußte eine Umfangsverminderung von mindestens 1 cm bestehen, ehe wir ihr eine Bedeutung zumaßen.

Zweithäufigste lokale Frakturfolge war eine leichte Schwellung im Bereich der Knöchel, die mit einer supramalleolären Umfangsvermehrung einherging, und als verstrichene Achillessehne imponierte. Sie wurde als Anzeichen für eine Zirkulationsstörung 49 mal beobachtet (46,2%). Bei 24 Patienten war die Schwellung ausgeprägter und betraf außer der verstrichenen Achillessehne auch noch den Fußrücken bzw. den Unterschenkel. Wenn auch bei einigen älteren Patienten dieser Gruppe die Ödeme als kardial bedingt aufgefaßt werden müssen, ist die Zahl der posttraumatischen Schwellungen trotzdem noch ziemlich hoch. NEUPERT und Mitarbeiter (1977) (87) fanden bei 381 konservativ behandelten Sprunggelenksfrakturen 29,4% posttraumatische Ödeme und führten diese auf eine während der Gipsbehandlung abgelaufene Thrombose zurück. Da diese Hypothese nicht phlebographisch untermauert ist, ist diese große Zahl von Thrombosen anzweifelbar. Bei dem häufigen Auftreten von Schwellungszuständen nach Frakturen des oberen Sprunggelenkes sind diskret abgelaufene und unerkannt gebliebene Thrombosen als Ursache zu überlegen.

GRAPHIK 9 : SUBJEKTIVE BEURTEILUNG



1 = SEHR GUT

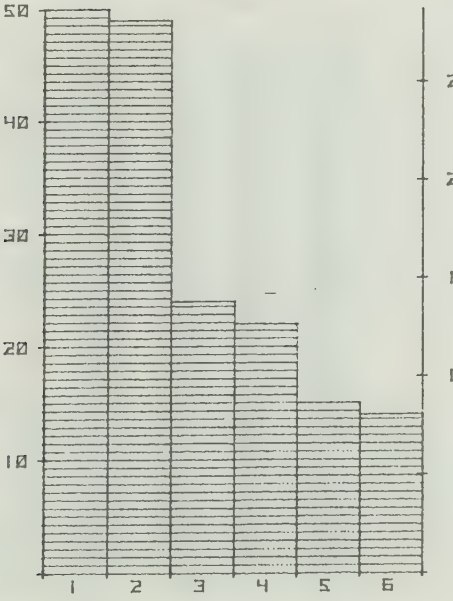
2 = GUT

3 = BEFRIEDIGEND

4 = AUSREICHEND

5 = SCHLECHT

GRAPHIK 10 LOKALE FRAKTURFOLGEN



1 = MUSKELATROPHIE

2 = VERSTRICHENE ACHILLESSEHNE

3 = UNTERSCHENKELODEM

4 = DRUCKSCHMERZ

5 = REIBEGERAEUSCH

6 = BEWEGUNGSSCHMERZ

Die Funktionsprüfung nach der Neutral-Null-Methode sollte als wichtigstes objektives Kriterium eine Einschränkung der Beweglichkeit im Vergleich zur gesunden Seite feststellen (Graphik 11). Wenn man dabei die beiden Arthrodesen ausnimmt, bei denen aufgrund der festen knöchernen Durchbauung nur geringe Wackelbewegungen möglich waren, so zeigt sich folgendes Ergebnis:

Die Dorsalflexion (= Dorsalextension) war von den 4 Bewegungsausschlägen am deutlichsten eingeschränkt. Von den 106 verletzten Sprunggelenken, die wir nachuntersuchen konnten, waren nur 57 (54,3%) seitengleich frei beweglich, 15 Patienten wiesen eine Einschränkung von 5 Grad auf, bei weiteren 25 betrug die Einschränkung 10 Grad. 15 Grad Einschränkung wurde bei 3 und 20 Grad bei weiteren 3 Patienten gemessen.

Bei der Plantarflexion waren dem gegenüber immerhin 66 Gelenke (62,8%) seitengleich frei beweglich. Bei den übrigen 38 Patienten ließ sich die Funktion wie folgt einteilen: 15 Gelenke waren 5 Grad eingeschränkt, weitere 15 bis 10 Grad, 4 Gelenke bis 15 Grad und 2 Gelenke bis zu 20 Grad eingeschränkt.

Die Pronation war in 79 Fällen seitengleich, bis 5 Grad waren 15 Gelenke eingeschränkt, bis 10 Grad weitere 11 und 3 mal lag eine Einschränkung bis 15 Grad vor.

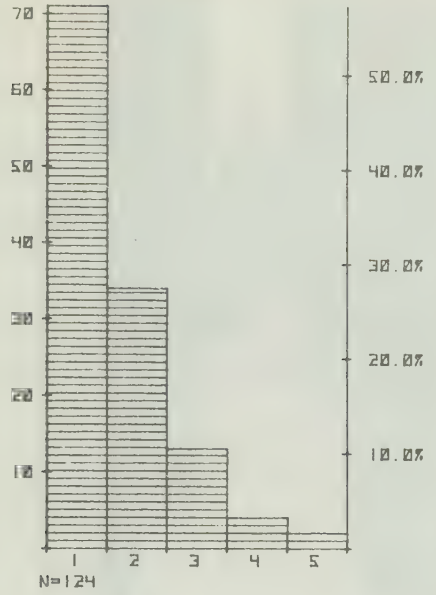
Am wenigsten war die Supination betroffen, wobei bei 78 Patienten seitengleiche Verhältnisse vorlagen; 7 Gelenke waren bis 5 Grad eingeschränkt, in 13 Fällen lag eine Einschränkung bis 10 Grad vor, über 10 Grad waren weitere 10 Gelenke eingeschränkt.

3) Die Ergebnisse der röntgenologischen Nachuntersuchung

Bei der röntgenologischen Nachuntersuchung richteten wir unser Hauptaugenmerk auf die im Röntgenbild erkennbare Entstehung und Einteilung einer Arthrose. Daneben trugen wir der Bedeutung des Fibula-Syndesmosen-Komplexes dadurch Rechnung, daß wir bei der Anfertigung der Röntgenbilder bei ca. 15 Grad Innenrotation auf die gute Darstellung des fibulotalaren Gelenkspaltes und des Syndesmosenbereiches achteten. Dabei interessierten uns regressive Veränderungen im Syndesmosenbereich, wie z.B. eine verbliebene Verbreiterung der Knöchelgabel im Vergleich zur Gegenseite, die wir bei 20 unserer 106 nachuntersuchten Patienten feststellen mußten und die durchschnittlich 10 mm betrug. Verkalkungen im Bereich des Syndesmosenbandes und fibulotibiale Synostosierungen meist an der Stelle der entfernten Stellschraube konnten wir in 6 Fällen entdecken.

Die korrekte Länge der Fibula ist an einer "ungebrochenen Knöchellinie" festzustellen. Dieses von WEBER (1972) (133) angegebene röntgenologische Hilfsmittel, mit dem der Verlauf der fibulotibialen Knöchellinie verfolgt wird, sollte auf seine Anwendbarkeit überprüft werden. Die Fibula besitzt an ihrer medialen Seite eine kleine "Nase", die bei korrekter Länge in Höhe des Gelenkspaltes sitzt und bei Verkürzung der Fibula nach proximal verschoben ist. Diese ungebrochene Knöchellinie galt es festzustellen, als Zeichen für eine korrekte Fibulalänge. Bei 48 Patienten

GRAPHIK10 ARTHROSEHAEUFIGKEIT IM ROENTGENBILD



1 = KEINE ARTHROSE

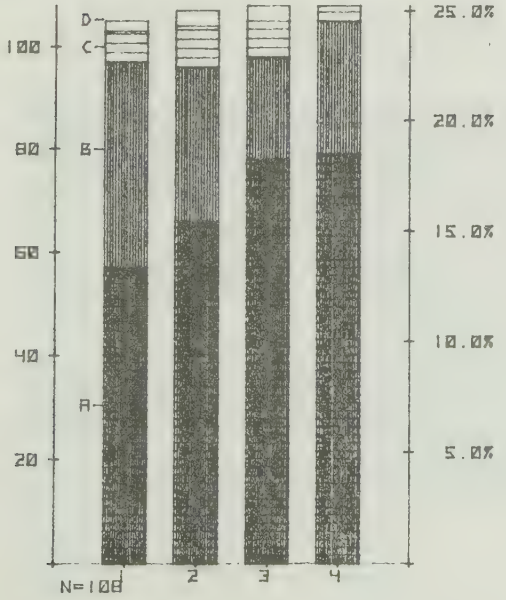
2 = LEICHTE ARTHROSE

3 = MITTLERE ARTHROSE

4 = SCHWERE ARTHROSE

5 = ARTHRODESE

GRAPHIK11 FUNKTIONELLES NACHUNTERSUCHUNGSERGEBNIS



A = KEINE EINSCHRAENKUNG

B = EINSCHRAENKUNG BIS 10 GRAD

C = EINSCHRAENKUNG BIS 20 GRAD

D = EINSCHRAENKUNG UEB. 20 GRA

1 = DORSALEXTENSION

2 = PLANTARFLEXION

3 = SUPINATION

4 = PRONATION

(44%) konnten wir dies feststellen, in 8 Fällen (7,3%) war die Knöchellinie deutlich nach proximal verschoben. Die Aussagekraft dieser Methode wird allerdings dadurch eingeschränkt, daß wir in 50 Fällen (47,9%) trotz einwandfreier Projektion des Gelenkspaltes eine ungebrochene Knöchellinie nicht feststellen konnten, da gerade beim typischen Fibulaschrägbruch die Frakturlinie in diesem Bereich verläuft und die "Nase" aufgrund der Umbauprozesse beim Heilverlauf nicht mehr nachweisbar ist. (Abb.8)

An Hand der bei der Nachuntersuchung angefertigten Röntgenbilder sollte das Operationsergebnis erneut überprüft werden, um der Frage nachgehen zu können, inwieweit operationstechnische Mängel sich auf das Endergebnis auswirken, bzw. welche anderen Faktoren sich nachträglich auf das Ergebnis auswirken können. So konnte ein postoperativ optimales Ergebnis beispielsweise durch eine später auftretende tibio-fibulare Synostose nicht mehr als optimal eingestuft werden. Andererseits blieben manche als insuffizient beurteilten Osteosynthesen ohne Konsequenzen und heilten optimal aus. Hierbei fanden wir insgesamt 70 mal ein optimales Nachuntersuchungsergebnis (65,9%), in 36 Fällen (34,1%) mußte das Nachuntersuchungsergebnis als nicht optimal eingestuft werden. Es hatten sich also gegenüber dem Operationsergebnis insgesamt 7,8% der Fälle verschlechtert.

Den röntgenologischen Zeichen einer Arthrosis deformans galt unser Hauptaugenmerk (Graphik 12).

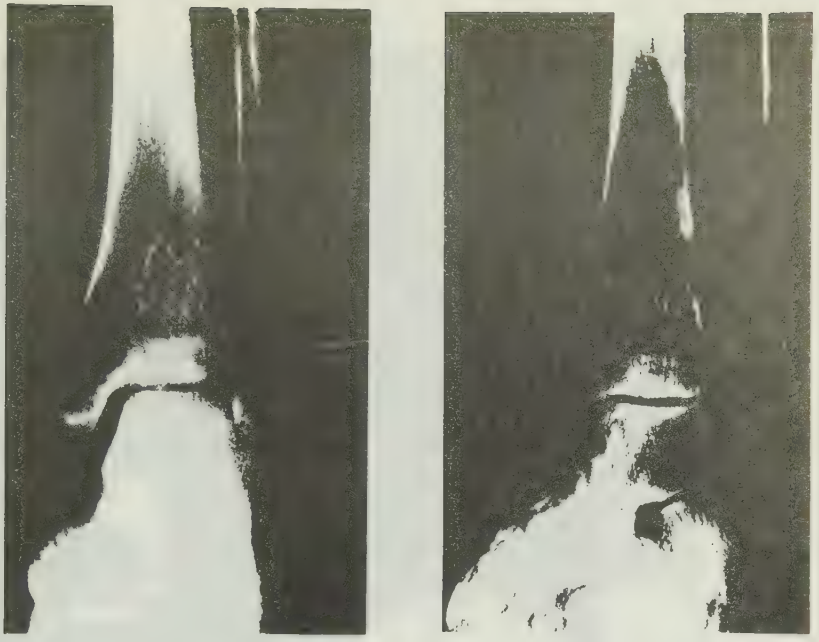
Von unseren 106 nachuntersuchten Patienten bestanden bei 65 Sprunggelenken (60,2%) röntgenologisch keinerlei Anzeichen einer Arthrose:
Es bestand keine vermehrte Sklerosierung der Gelenkflächen, keinerlei Gelenkspaltminderung oder Unregelmäßigkeiten, keine Bandverkalkungen und keine osteophytären Randzacken und Ausziehungen (Abb. 9a).

Bei 26 Patienten (24,5%) war eine leichte Arthrose nachweisbar: Eine Sklerosierung der subchondralen Gelenkanteile mit geringer Unregelmäßigkeit, mögliche Bandverkalkungen, die besonders an den Bandansätzen (Innen- und Außenknöchelspitze) imponierten und osteophytäre Ausziehungen der vorderen oder hinteren Tibiakante; keine Gelenkspaltverschmälerung (Abb. 9b).

12 Patienten (11,6%) wiesen eine mittlere Arthrose auf: Höhenminderung des Gelenkspaltes, deutlich unregelmäßige subchondrale Struktur, kräftige osteophytäre Randzackenbildungen, Verkalkungen im Syndesmosenbereich (Abb. 9c).

Eine schwere Arthrose mußten wir 4 mal (3,7%) feststellen: Sie war gekennzeichnet durch: massive Höhenminderung des Gelenkknorpels bis hin zum totalen Knorpelschwund, stark ausgeprägte Verkalkungen der Bänder, fibulo-tibiale Synostosierung, Ausbildung von Zysten und Usuren (Abb. 9d).

Desweiteren enthielt unser Nachuntersuchungskollektiv 2 Arthrodesen, die knöchern gut durchbaut waren.



a) Unfallbild

b) Nachuntersuchungsbild

Abb. 8

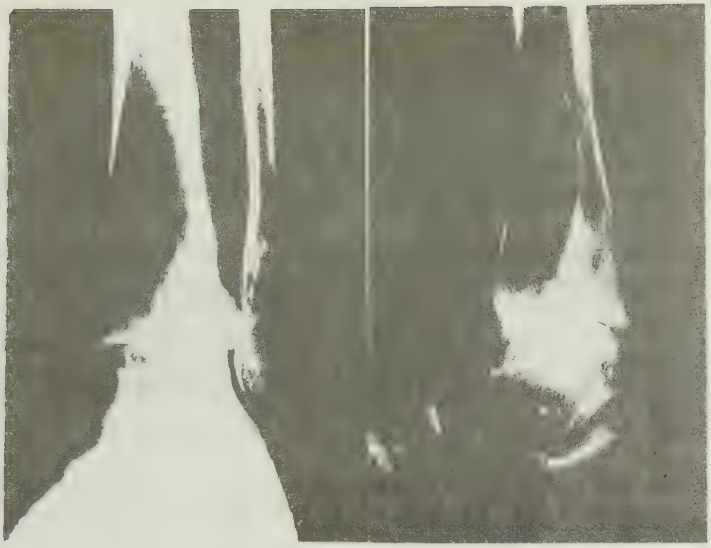
Bei gut einsehbarem fibulo-talaren Gelenkspalt ist auf Grund reparativer Umbauprozesse eine ungebrochene Knöchellinie nicht feststellbar.

Abb. 9

Beispiele für unsere Arthrose-Einteilung

a) keine Arthrose

b) leichte Arthrose



c) mittlere Arthrose

d) schwere Arthrose

BEURTEILUNG DER ERGEBNISSE

Um das Gesamtergebnis der Nachuntersuchung zusammenfassen zu können, stellten wir folgendes eigenes Beurteilungsschema auf:

An ein sehr gutes Ergebnis stellten wir die Anforderungen:

1) seitengleiche Funktion im oberen und unteren Sprunggelenk ,
2) einwandfreier röntgenologischer Befund,
3) kein Anzeichen einer Arthrose im Röntgenbild,
4) subjektive Beurteilung mit sehr gut und gut,
5) keine Klagen über Unsicherheitsgefühl, Anlaufschmerz, Beschwerdenzunahme und Gebrauchseinschränkung.

Bei 26 Patienten (25,1%) trafen diese Kriterien zu.

Folgende Einschränkungen tolerierten wir bei einem guten Ergebnis:

1) Funktionseinbuße nicht über 10 Grad im oberen und im unteren Sprunggelenk,
2) einwandfreier röntgenologischer Befund,
3) keine oder geringe Anzeichen einer Arthrose,
4) subjektive Einschätzung mit zumindest befriedigend,
5) keine Klagen über Unsicherheitsgefühl, Anlaufschmerz und Beschwerdenzunahme; leichte Gebrauchseinschränkung.

Diese Anforderungen erfüllten 47 Patienten (45,3%).

Als ausreichend wurde ein Ergebnis eingestuft, das folgende Kriterien erfüllte:

1) Funktionseinschränkung bis 20 Grad im oberen wie im unteren Sprunggelenk,
2) Hier konnte der röntgenologische Befund Fehler aufweisen, wenn
3) höchstens eine leichte Arthrose vorlag,
4) subjektiv wurden auch Patienten erfaßt, die das Ergebnis für mindestens ausreichend hielten,
5) es durfte keine Beschwerdezunahme angegeben sein, eine leichte Gebrauchseinschränkung sowie Unsicherheitsgefühl und Anlaufschmerz wurden toleriert.

In dieser Gruppe waren 18 Patienten (17,4%) verzeichnet.

Bei den restlichen Patienten wurde das Ergebnis als schlecht beurteilt. Es waren 13 Patienten (12,2%), deren Funktion über 20 Grad eingeschränkt war (1), deren Röntgenbild Mängel aufwies (2) und bei denen eine mittlere oder schwere Arthrose im Röntgenbild sichtbar war (3). Sie empfanden das Ergebnis selbst als schlecht (4) und fühlten sich, neben anderen Beschwerden, durch Gebrauchsunfähigkeit stark beeinträchtigt (5).
Auf die beiden Arthrodesen war dieses Schema natürlich nicht anwendbar, sie wurden davon ausgenommen.

Es ergaben sich also in 70,4 % der Fälle ein sehr gutes und gutes Ergebnis, bei 17,4 % der nachuntersuchten Patienten konnte das Resultat nur als ausreichend bezeichnet werden. 12,2 % der Patienten hatten ein schlechtes Nachuntersuchungsergebnis (Tab. 12).

Einen Vergleich mit dazu gefundenen Literaturangaben halten wir aufgrund der sicher unterschiedlichen Beurteilungsmaßstäbe für sehr schwierig.

Im Vergleich mit den Ergebnissen nach konservativer Therapie der Sprunggelenksverletzungen (Tab. 2, S. 21 a) besteht jedoch eine deutliche Überlegenheit der operativen Frakturenbehandlung.

Tabelle 12 Spätergebnisse bei operativ versorgten Frakturen des oberen Sprunggelenkes nach Angaben in der Literatur

		Nachuntersuchungen	sehr gut/gut	befriedigend/ausreichend	schlecht
BURWELL (10)	1965	132	77,3 %	16,7 %	6,0 %
WEBER (133)	1966	150 (93,8%)	86,7 %	-	13,3 %
FORUDASTAN (31)	1970	130 (81,3%)	77,1 %	-	22,9 %
MÜLLER, J. (79)	1971	213 (89,5%)	73,2 %	26,8%	
BRODIE (8)	1974	298	76,5 %	12,4 %	11,1 %
RENNE (99)	1974	98	81,6 %	11,2 %	7,2 %
KUNER (58)	1975	105 (37,5%)	83,8 %	-	16,2 %
MÜLLER, W. (85)	1975	198	62,6 %	33,7 %	3,7 %
STADLER (126)	1975	168 (77,3%)	66,0 %	25,0 %	9,0 %
HENKEMEYER (46) (Typ C)	1976	42	69,0 %	31,0%	
LECESTRE (66)	1976	33 (75,0%)	90,9 %	4,5 %	4,6 %
PANKARTER (90)	1977	120 (85,7%)	77,0 %	-	23,0 %
RESCHAUER (100)	1977	109	76,2 %	-	23,8 %
SEILER (121)	1977	98 (48,0%)	69,0 %	-	31,0 %
BECK (5)	1978	120 (90,9%)	88,3 %	-	11,7 %
Eigenes Ergebnis	1979	106 (63,5%)	70,4 %	17,4 %	12,2 %

ANALYSE UND DISKUSSION

Verteilung des nachuntersuchten Kollektives im Vergleich zum Gesamtkrankengut

Da uns die Gründe der nicht nachuntersuchten Patienten für ihr Fernbleiben unbekannt waren, mußten wir mittels der vorhandenen Parameter einen Vergleich zwischen dem nachuntersuchten Kollektiv und der Gruppe der nicht Nachuntersuchten anstellen, um feststellen zu können, ob das nachuntersuchte Kollektiv repräsentativ für das Gesamtkrankengut ist.

Die Rate der nachuntersuchten Patienten bezüglich der einzelnen Operationsjahre reicht von 48 % bis 85 %. Die Verteilung im einzelnen zeigt folgendes Bild:
Aus dem Jahre 1968 wurden 66,6 % der Operierten (von 9) nachuntersucht. Die nachuntersuchten Patienten des Jahres 1969 betragen 61,5 % von 13, die des Jahres 1970 52,9 % von 17.
Von den 1971 operierten Patienten konnten wir 51,8 % von 27 nachuntersuchen, von denen des Jahres 1972 73,9 % von 23, 1973 waren es 65,4 % von 26. Auffallend wenige Patienten des Jahres 1974 kamen zur Nachuntersuchung, nämlich 48 % von 25, dafür lag die Rate des Jahres 1975 bei 85 % von 27. Dies zeigt, daß bei weitem nicht nur die Patienten aus den letzten Operationsjahren der Einladung zur Nachuntersuchung folgten, sondern auch Patienten 8 Jahre nach der Operation erschienen, die aber keinesfalls schlechtere Ergebnisse aufwiesen, wie später noch aufgezeigt wird.

Um eine Verallgemeinerung möglichst aussagekräftig zu gestalten, wurden alle irgendwie verwertbaren Angaben zur Verbesserung der Vergleichbarkeit der beiden Kollektive herangezogen. Dabei erwiesen sich die für Gutachten angefertigten Röntgenkontrollen als sehr wertvoll. Dadurch konnte bei weiteren 18 nicht nachuntersuchten Patienten nach röntgenologischen Arthrosezeichen gefahndet werden.

Insgesamt wurden alle aus dem Gesamtkollektiv stammenden Angaben untereinander verglichen. Dies waren:
Angaben zur Person, zur Fraktur - hier besonders wichtig die Verteilung bezüglich der Klassifikation von WEBER und LAUGE-HANSEN, die Versorgung der Fraktur mit dem wichtigsten Kriterium der Einstufung des Operationsergebnisses.
Es zeigten sich in keinem Punkt über das zufällige Maß hinausgehende Abweichungen.

So kann man feststellen, daß alle operierten Sprunggelenksfrakturen der nicht nachuntersuchten Patienten, teilweise beurteilten und nachuntersuchten Patienten eine Gesamtheit bildeten, die durch unser nachuntersuchtes Kollektiv hinlänglich repräsentiert ist.

Einflußgrößen auf das Operationsergebnis

Vergleicht man das Resultat der Operation bei frischen und veralteten Sprunggelenksfrakturen, so findet man bei einer

primären Operation innerhalb der ersten 4 Tage nach dem Unfall in 79,8 % der Fälle ein einwandfreies Operationsergebnis. Dies ist deutlich besser als bei den sekundär operierten Frakturen, die erst nach dem 15. Tag nach dem Unfall versorgt wurden. Bei ihnen beträgt die Rate der guten Operationsergebnisse nur noch 56 % ($p = 0.02$). Wir deuten diesen Unterschied als Folge größerer operationstechnischer Schwierigkeiten aufgrund regressiver Veränderungen bei veralteten Frakturen.

Des weiteren besteht eine Abhängigkeit des Operationsergebnisses vom Operationsjahr. Die Operationen der Jahre 1968 bis 1970 führten nur in 61,5 % der Fälle, die Operationen der Jahre 1971 bis 1975 in 81,3 % der Fälle zu einem guten Ergebnis ($p = 0.01$). Erklärt wird diese Tatsache wohl dadurch, daß der Indikationsbereich enger war und damals noch ein deutlicher Trend zur Adaptationsosteosynthese bestand. Die mangelnde Stabilität, die daraus resultierte, führte dazu, daß wir die Operationsergebnisse als nicht optimal einstuften. Einen wesentlichen Faktor dürfte die Gruppe der 22 nicht operierten Fibulafrakturen der ersten Jahre darstellen, die von uns primär als schlechtes Ergebnis eingestuft wurde. Von ihnen erreichten nur 13,3 % ein gutes Operationsergebnis ($p = 0.0008$). Bei allen anderen Versorgungsarten waren keine eindeutigen Auswirkungen auf das Operationsergenibs nachzuweisen.

Einen eindeutigen Einfluß auf das Operationsergebnis hat die Frakturform. So wurde bei isolierten Malleolarfrakturen in allen Fällen ein optimales Operationsergebnis erreicht, bei bi- und trimalleolären Frakturen war dies nur noch in 69 % der Fälle möglich ($p = 0.0016$).

Hinsichtlich der Klassifikation von WEBER zeigen sich folgende Relationen: Bei Typ A wurde in 94,7 % der Fälle, bei Typ B in 82,1 % der Fälle und bei Typ C nur noch in 61 % der Fälle ein optimales Operationsergebnis erreicht ($p = 0.0013$).

Eine ähliche Verteilung zeigt sich auch bei der Einteilung nach LAUGE-HANSEN: Es finden sich bei allen SA-Frakturen, bei 83,5 % der SE-Frakturen, bei 80,8 % der PA-Frakturen und nur noch bei 58,3 % der PE-Frakturen ein optimales Operationsergebnis ($p = 0.016$).

Vergleicht man die von LAUGE-HANSEN angegebenen Schweregrade bezüglich des Operationsergebnisses miteinander, so kann man eine noch deutlichere Differenz feststellen: bei Schweregrad I und II ergibt sich in allen Fällen ein optimales Operationsergebnis, wohingegen beim Schweregrad III und IV nur noch in 68,5 % der Fälle ein optimales Resultat erzielt werden konnte ($p = 0.00001$).

Eine schwere Fraktur muß aber nicht per se zu einem schlechten Operationsergebnis führen. Vielmehr muß berücksichtigt werden, daß bei schweren Verletzungen die operative Versorgung sich technisch viel schwieriger gestaltet.

Technische Fehler ließen nur selten ein gutes Ergebnis erwarten. So konnte bei einer verbliebenen Stufenbildung, die immerhin in 21,5 % des Gesamtkrankengutes auftrat, nur 15,6 % der nachuntersuchten Fälle ein optimales OP-Ergebnis zugebilligt werden ($p = 0.003$).

Ebenso beeinträchtigte eine instabile Osteosynthese das Operationsergebnis beträchtlich. So konnten bei den 28 instabilen Osteosynthesen nur in 6,3 % der Fälle ein optimales Operationsergebnis erzielt werden.

War die normalerweise ungebrochene Knöchellinie verschoben, so konnte nur noch bei 50 % der Fälle ein optimales Resultat festgestellt werden.

Ein einwandfreies Operationsergebnis hängt definitionsgemäß von einer exakten Operationstechnik ab. Darüber hinaus läßt sich feststellen, daß die operationstechnischen Mängel eindeutig mit dem Schweregrad der Fraktur und der Anzahl der Einzelläsionen ansteigen.

So liegt die Vermutung nahe, daß die Frakturform auch eine prognostische Aussagekraft bezüglich des Nachuntersuchungsergebnisses besitzt.

Einflußgrößen auf das Nachuntersuchungsergebnis

Im Vergleich zu den Einflußgrößen des Operationsergebnisses ergab sich eine Verschiebung in der Bedeutung einzelner Faktoren anläßlich der Nachkontrolle.

Eine deutliche Abweichung sekundär versorgter Frakturen von früh versorgten ließ sich bei der Nachkontrolle nicht mehr feststellen.

Es fand sich ebenfalls kein Unterschied hinsichtlich des röntgenologischen Ergebnisses zwischen den Frakturen aus den Jahren 1968 bis 1970 und den Frakturen der Jahre 1971 bis 1975. Obwohl also die länger zurückliegenden Frakturen eher die Möglichkeit hatten, regressive Veränderungen zu entwickeln, als die Frakturen der letzten Jahre, kann man bei den ersteren trotz größeren Abstandes zur Nachuntersuchung keine nachteiligen Folgen daraus ersehen.

Operationstechnische Mängel konnten teilweise kompensiert werden. So zeigte sich, daß von den instabilen Osteosynthesen eine beträchtliche Anzahl, nämlich 40,6 %, bei der Nachuntersuchung als fehlerfrei eingestuft werden konnten.

Ebenso zeigten Gelenke mit verbliebener Stufenbildung in 35,3 % der Fälle ein gutes Nachuntersuchungsergebnis. Dies zeigt, daß vor allem kleine Stufen vom Gelenk toleriert werden. Trotz dieser partiellen Kompensation besteht ein

deutlicher Einfluß operationstechnischer Mängel auf das Nachuntersuchungsergebnis. Bei Feststellung einer unterbrochenen Knöchellinie resultiert wie beim Operationsergebnis in 50 % der Fälle ein unzureichender Zustand.

Alle intraoperativ gefundenen Talusknorpelschäden, die im postoperativen Röntgenbild noch nicht feststellbar waren, bedingten ein schlechtes Nachuntersuchungsergebnis.

Bei Vorliegen einer Luxationsfraktur konnte nur noch in 65,9 % der Fälle ein optimales Nachuntersuchungsergebnis erreicht werden. Lag jedoch keine Luxation vor, so konnte in 88,1 % der Fälle ein optimales Nachuntersuchungsergebnis erzielt werden. Das Kollektiv der Luxationsfrakturen schnitt somit eindeutig schlechter ab ($p = 0.007$).

Am meisten verschlechterte sich das Operationsergebnis bei den PE-Frakturen nach LAUGE-HANSEN von 58,3 % optimalen Op.-Ergebnissen auf 46,9 % einwandfreie Nachuntersuchungsergebnisse. Am deutlichsten war die Verschlechterung bei der Klassifikation von WEBER zu sehen, wo sich bei Typ A das Ergebnis von 94,7 % auf 68,4 % verschlechterte, bei Typ B von 82,1 % auf 57,9 % und bei Typ C von 61 % auf 43,9 % ($p = 0.00001$). Das Nachuntersuchungsergebnis stimmte mit dem Operationsergebnis in hohem Maße überein. Es kam dabei aber zu kleinen Verschiebungen, wobei sich in 8,5 % der Fälle das Operationsergebnis verbesserte, dafür aber in 16,3 % der Fälle ein gutes Operationsergebnis bei der Nachuntersuchung nicht mehr als solches eingestuft werden konnte.

Es zeigt sich also, daß sich das röntgenologische Ergebnis zum Zeitpunkt der Operation mit 73,7 % guten Fällen auf 65,9 % einwandfreier Ergebnisse anläßlich der Nachkontrolle reduziert. Ursächlich beteiligt daran sind neben den operationstechnischen Mängeln, die sich zum großen Teil nicht kompensieren ließen, der Schweregrad der Verletzung, wobei bei schweren Verletzungen eindeutig eine höhere Rate an schlechten Nachuntersuchungsergebnissen festgestellt werden mußte.

Einflußgrößen auf die Arthroserate

Eine arthroseföndernde Potenz allgemeiner Faktoren wie Übergewicht, Diabetes mellitus, Durchblutungsstörungen, Osteoporose und vorbestehende Deformitäten konnte nicht nachgewiesen werden, was aber auch an der geringen jeweiligen Fallzahl lag.

Ebenso ließen sich keine auffallenden Zusammenhänge aufdecken zwischen der Arthrose im Röntgenbild und dem Alter der Patienten, das heißt, junge wie alte Patienten waren von dem Entstehen einer Arthrose im gleicher Weise betroffen. Auch ließ sich hinsichtlich des Operationsjahres keine Häufung von arthrotischen Veränderungen im Röntgenbild hinsichtlich der ersten Jahre nachweisen, obwohl diese aufgrund

des längeren Zeitraumes und der eventuell noch nicht so ausgefeilten Technik eher schlechte Ergebnisse hätten haben können. Die spätversorgten Sprunggelenksfrakturen, das heißt, die nach den 15. Tag nach Unfall erst zur Behandlung gekommenen Fälle, zeigten ebenfalls keine erhöhte Arthroserate gegenüber dem Erstkollektiv.

Hinsichtlich der Einzelläsionen zeigte allein die Verletzung der Tibiabasis eine erhöhte Arthroserate ($p = 0.006$).

Eindeutig war der Zusammenhang zwischen dem Vorliegen einer Luxationsfraktur und der Entstehung einer Arthrose: in 52,5 % der Sprunggelenksluxationsfrakturen trat später eine leichte bis schwere Arthrose auf ($p = 0.002$).

Wesentlichen Einfluß auf die Arthroserate hatten auch die Frakturtypen. Bei der Klassifizierung nach WEBER blieben bei Typ A 85,7 % der Sprunggelenke arthrosefrei, bei Typ B nur noch 67,2 % und bei Typ C machte der Anteil der arthrosefreien Gelenke nur mehr 43,2 % aus. Entsprechend war die Zahl der schweren Arthrosen beim Typ C mit 27 % besonders hoch.

Am klarsten ist jedoch die Zunahme der Arthrose mit der Zunahme der Einzelläsionen verknüpft. Während bei ein bis zwei Einzelläsionen, das heißt bei einem Schweregrad I und II nach LAUGE-HANSEN das Auftreten einer schweren Arthrose in 3,2 % der Fälle nachzuweisen war, betrug die Rate der schweren Arthrose bei drei und vier Einzelläsionen hingegen 16,7 % ($p = 0.002$). Dieser Befund bestätigt die Ergebnisse von NIETHARD und PLAUE (1977) (88) die ebenfalls eine deutliche Korrelation der Arthroserate mit zunehmendem Schweregrad der Verletzung fanden. (Abb. 10)

Somit kann man die Zahl der Einzelläsionen als ein Maß für die Schädigung des Gelenkes ansehen, wobei die regenerativen und reparativen Potenzen mit zunehmendem Schweregrad der Fraktur eindeutig abnehmen.

Als weitere Einflußgröße auf die Arthroserate ist selbstverständlich die Operationstechnik anzusehen. Bei Patienten mit postoperativen Fehlern konnte nur in einem geringen Prozentsatz (24 %) das Ausbleiben einer Arthrose festgestellt werden. Dies bedeutet also, daß die von uns als nicht optimal angesehenen Osteosynthesen postoperativ in etwa 3/4 der Fälle zu Arthrosen führten und daß sich diese Sprunggelenke somit in einem präarthrotischen Zustand befanden.

Ein optimales Operationsergebnis ist somit Voraussetzung für die Vermeidung einer Arthrose, die optimale Osteosynthese ist aber noch keine Garantie für ein Ausbleiben von arthrotischen Veränderungen. So wiesen von 95 Patienten mit einem optimalen Operationsergebnis nur 71,5 % im Spätergebnis keine und weitere 17,9 % nur eine leichte Arthrose auf. Hingegen trat selbst bei optimal versorgten Sprunggelenksfrakturen in 10,6 % der Fälle im Spätergebnis eine mittlere bis schwere degenerative Arthrose auf.

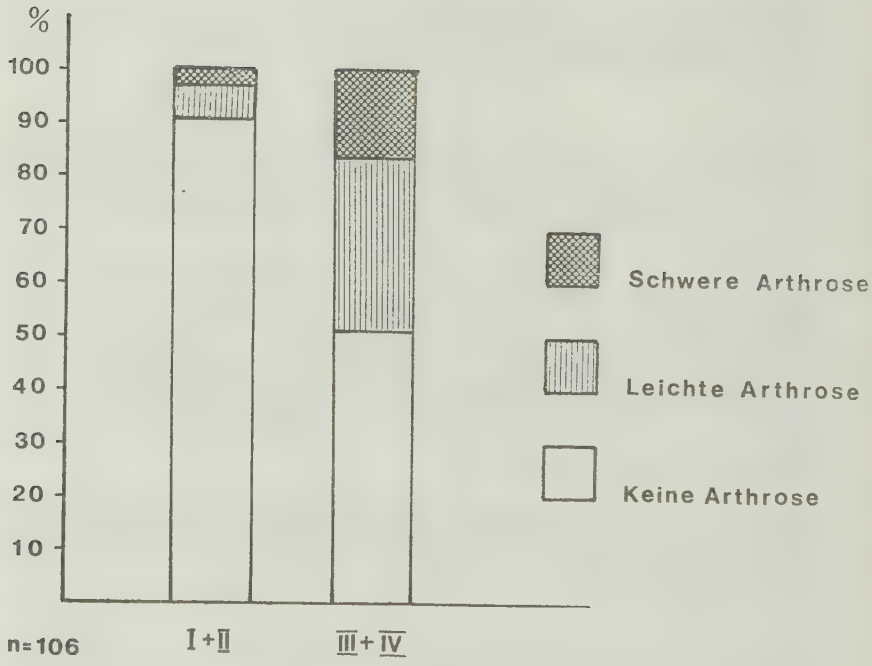


Abb.: 10 Zusammenhang zwischen der Zahl der Einzelläsionen (I-IV) bei Sprunggelenksfrakturen und dem Arthrosegra

Es scheint also, daß auch bei optimaler Operationstechnik und einem entsprechendem hervorragenden Operationsresultat, selbst nach Ausschluß möglicher arthroseföndernder Faktoren, die biologische Schädigung des Sprunggelenkes bei mehreren Einzelläsionen als so bedeutend zu sein, daß eine Arthrose-häufigkeit von etwa 10 % unvermeidbar ist.

Die Bedeutung der Funktion

Die vier Bewegungsausschläge, die Extension, Flexion, Supination und Pronation korrelierten erwartungsgemäß miteinander. Die größte Bedeutung dabei hatte die Extension, die am häufigsten eingeschränkt war. Sie war bei Luxationsfrakturen in 81,3 % der Fälle eingeschränkt, was bedeutend ($p = 0.006$) höher liegt als bei nicht luxierten Frakturen, wo sie nur in 23,7 % der Fälle eingeschränkt war.

Ebenso korrelierte die Extension mit der Schweregradeinteilung: Bei ein bis zwei Einzelläsionen wurde eine Extensionseinschränkung in 16,7 % der Fälle gefunden, bei drei und vier Einzelläsionen jedoch in 55,1 % % ($p = 0.005$).

Mit einem $p = 0.003$ zeigte sich auch ein Zusammenhang zwischen der Extension und dem Operationsergebnis: 87,7 % der Patienten, die eine freie Extension aufwiesen, zeigten postoperativ ein optimales Operationsresultat.

Die Dorsalextension im oberen Sprunggelenk ist am ehesten von einer Einschränkung in der Funktion betroffen, was sich aufgrund der funktionellen Anatomie und der Biomechanik der Gelenksbewegung leicht erklären läßt. Deshalb ist die Extension bei Störungen der normalen Biomechanik, z.B. durch operationstechnische Fehler, eingeschränkt, ebenso aber ist sie auch bei Vorliegen einer Luxationsfraktur, besonders bei mehreren Einzelläsionen aufgrund der schweren biologischen Schädigung am ehesten und am deutlichsten eingeschränkt.

Die Rolle der subjektiven Einschätzung

Die subjektive Beurteilung des Endergebnisses der Sprunggelenksfraktur durch den Patienten wies hinsichtlich der objektiven Kriterien wie der Arthrose im Röntgenbild, dem postoperativen Ergebnis und den Frakturformen keinen eindeutigen Zusammenhang auf. Allein die Einschränkung der Extension als objektiv nachprüfbares Kriterium, zeigte eine eindeutig ($p = 0.001$) abweichende Häufigkeitsverteilung, das heißt Patienten, die das Ergebnis mit sehr gut und gut beurteilten, hatten weitaus mehr (65,5 %) Sprunggelenke mit freier Funktion.

Die subjektive Einschätzung konnte nur noch mit einigen anderen Punkten des Fragebogens, wie der Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit und mit vorzeitigem Ermüden in

Zusammenhang gebracht werden.

Insgesamt konnte keine klare Beziehung zwischen der subjektiven Beurteilung undden meisten objektiven Kriterien hergestellt werden. Allein für die Einschränkung der Extension machte sich anscheinend für den Patienten auch subjektiv gehäuft bemerkbar. Ansonsten konnte jedoch für die Arthroserate kein signifikanter subjektiver Bezugspunkt gefunden werden, da z.B. 10,8 % der Patienten ohne röntgenologisch sichtbare Arthrose über eine stark eingeschränkte Gebrauchsfähigkeit klagten.

Zusammenhänge zwischen Arthroserate, Funktion und subjektiver Beurteilung

Eine posttraumatische Arthrose tritt nicht nur gehäuft bei operationstechnischen Mängeln auf, sondern auch bei schweren Frakturen, speziell Luxationsfrakturen und Frakturen mit mehreren Einzelläsionen. Bei dieser Konstellation zeigt sich, daß eine bestehende Arthrose von überdurchschnittlich häufig eingeschränkter Extension begleitet ist. Die Extensionseinschränkung, die nicht nur im Zusammenhang mit der Arthroserate erhöht ist, sondern auch bei Luxationsfrakturen und Frakturen höherer Schweregrade, ist somit als der klinisch leicht prüfbare Anhaltspunkt für eine schwere biologische Schädigung des Gelenkes anzusehen. Dementsprechend wird auch die Einschränkung der Extension überaus häufig von subjektiven Klagen, wie der Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit, begleitet. Ein subjektiver Anhaltspunkt für eine bestehende Arthrose konnte nicht festgestellt werden.

K A S U I S T I K

Anhand einiger ausgewählter Fälle soll die Problematik der Langzeitergebnisse operativ versorgter Sprunggelenksfrakturen nocheinmal aufgezeigt werden, da bei der statistischen Auswertung Besonderheiten naturgemäß nicht genügend berücksichtigt werden können.

Beispielhaft für viele ähnliche Verletzungen seien hier zwei Luxationsfrakturen Typ C bzw. B nach WEBER dargestellt (Abb. 11 u. 12), bei denen eine korrekte operative Versorgung auch zu einem einwandfreien Nachuntersuchungsergebnis führte.

Nicht immer ist jedoch das Standardverfahren das Mittel der Wahl, manche Situationen machen ein besonderes Vorgehen notwendig wie z.B. in Abb. 13, wo eine größere Trümmerzone des Außenknöchels durch einen corticospongiösen Span überbrückt wurde und so ein einwandfreies Resultat erzielt werden konnte.

Statistische Probleme wirft der Fall in Abb. 14 auf, wo bereits das Unfallbild erkennen läßt, daß auch eine einwandfreie Osteosynthese die vorbestehende Arthrose nicht verbessern kann.

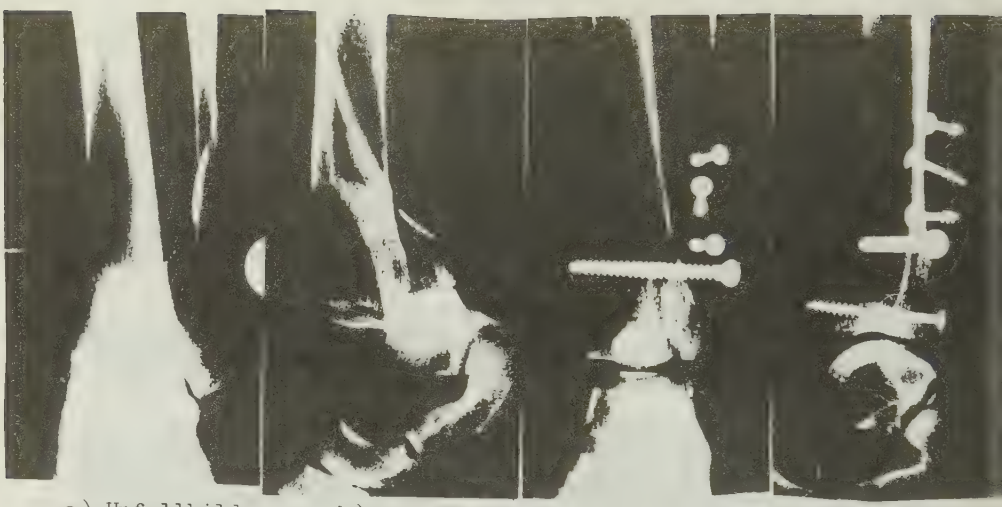
Eine seltene, aber biomechanisch interessante Verletzung liegt bei dem Fall in Abb. 15 vor: eine isolierte Abscherfraktur der vorderen Tibiakante wurde mit einer Spongiosaschraube fixiert; mangelnde Übungsstabilität führte zu einer Redislokation und machte eine erneute Fixation mit zwei Schrauben notwendig.

Das nächste Beispiel in Abb. 16 zeigt, daß auch eine Minimalosteosynthese zu einem ausgezeichneten Ergebnis führen kann, wenn eine anatomische Wiederherstellung des Gelenkes und eine exakte Fixation im Gipsverband erfolgt.

Abb. 17 stellt einen Fall aus der Anfangszeit dar, wo allein eine transsyndesmale Verschraubung durchgeführt wurde. Diese nach heutiger Meinung insuffiziente operative Versorgung hatte ein gutes Ergebnis zur Folge.

Ebenso zeigte ein ungenügendes Vorgehen bei einer WEBER-C-Fraktur in Abb. 18 ein zufriedenstellendes Resultat.

Wie rasch sich eine Arthrosis deformans auf dem Boden einer operativ fixierten Fehlstellung entwickeln kann, demonstriert der Fall in Abb. 19. Hier hat die Fibulaverkürzung innerhalb von 18 Monaten eine schwere Arthrose zur Folge.



a) Unfallbild b) c) postop. Bild d)

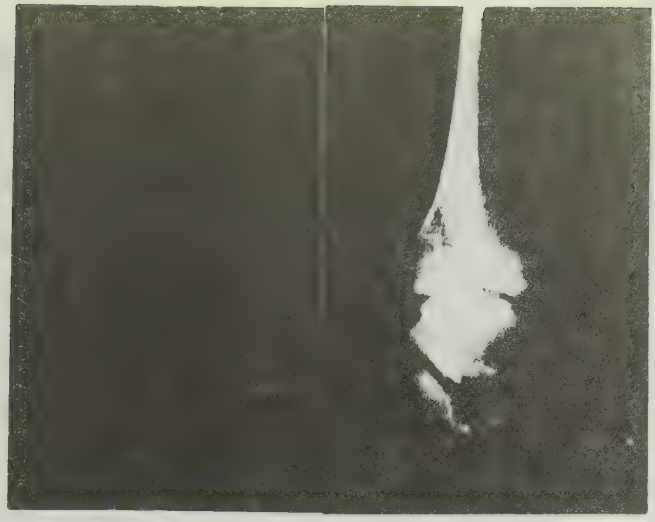
e) nach 15 Monaten f)

K.H., 20j., ♀, Studentin, Nr.32
Vom Fahrrad gestürzt.
Luxationsfraktur li., Typ C, PE
Mehrfragmentfraktur der Fibula,
Syndesmosenruptur, Hinterer Tibia
kantenabbruch, Innenbandruptur.

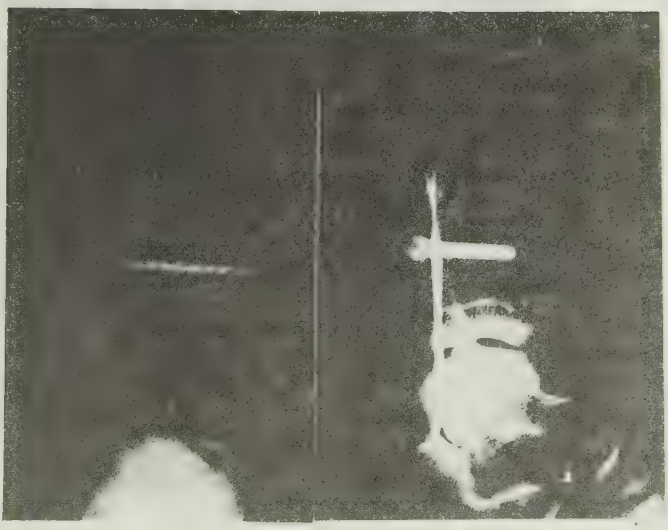
Verschraubung der Fibulafraktur,
Naht der Syndesmose u. Stellschrau
Verschraubung der Tibiahinterkant
Naht des Innenbandes.

Nach 15 Monaten: Schwellungsneigu
vorzeitiges Ermüden, subjektiv
zufrieden.
Funktion Ext/Flex: re 10-0-25,
li 5-0-20
Rö.: geringe Stufe an der Tibia-
hinterkante, keine Anzeichen für
eine Arthrose.

Eine optimale Versorgung bringt auch bei schweren Verletzungen ein optimales Ergebnis.



a) Unfallbild



b) postoperatives Bild

Abb. 10

H.B., 44j., ♂, Angestellter, Nr. 8
Sturz beim Fußballspielen. Luxationsfraktur re,
Typ B, SE IV.
Fibulaschrägfraktur, Syndesmosenriß, Innenbandruptur,
schalenförmiger Tibiahinterkantenabriß.
Spickung der Fibulafragmente mit 2 Kirschnerdrähten,

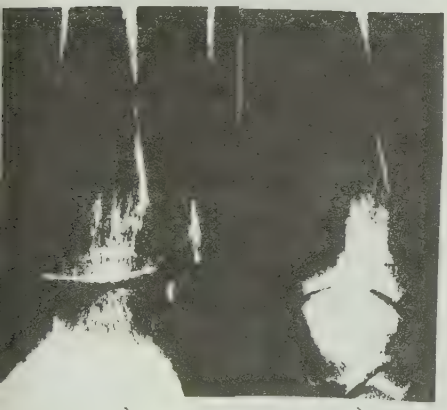
c) Nachuntersuchungsbild nach 32 Monaten

Naht der Syndesmose, Stellschraube, Deltabandnaht.

Nach 32 Monaten: keine Klagen, sehr zufrieden.
Ext/Flex re 5 - 0 - 40, li 10 - 0 - 50
Röntgen: seitengleiche Verhältnisse; abgelaufene Fraktur nur an Unregelmäßigkeit an Hinterkante erkennbar.

Bis auf die Funktionseinschränkung, Restitutio ad integrum.

a) Unfallbild b) c) d) post Op-Bild



e) f) nach 20 Monaten

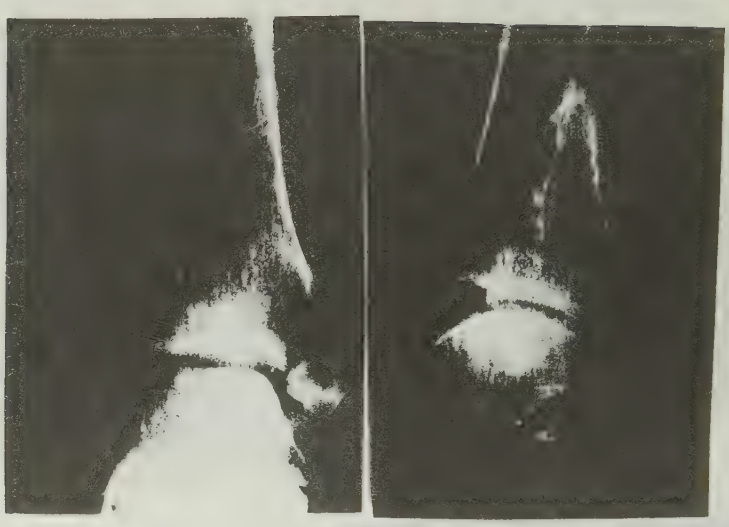
3

W.L., 35j., ♂, Apotheker, Nr.43
Beim Radfahren gestürzt.
Luxationsfraktur li., Typ B, SE IV
Außenknöcheltrümmerfraktur mit walnußgroßem Knochendefekt, Syndesmosenriß, Innenknöchelabriß, kleines Hinterkantenfragment.

Neben einer Zuggurtung wird ein kortikospogiöser Span in den Defekt eingefalzt; Naht der Syndesmose, Zuggurtung am Innenknöchel.

Nach 20 Monaten: Schwellungsneigung, geringe Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit, Pat. treibt wieder Sport, eigenes Urteil: gut.
Funktion Ext/Flex: re.25-0-45, li.20-0-35.
Rö.: Gutes Einheilungsergebnis des Kortikospongiösen Spanes, korrekte Länge der Fibula, keine Arthrosezeichen.

Individuelles Vorgehen zeitigt gutes Ergebnis.



A.S., 50j., ♂, Angestellter, Nr. 78
Vor 20 Jahren Gabelsprengung re OSG, kons. Therapie.
Vor 10 Jahren Achillessehnenruptur re.

Tibio-fibulare Synostose u. sekundäre Arthrose seit dieser Zeit.

Diesmal bei Treppensturz isolierte Innenknöchelfraktur re. Fixation durch Zuggurtung. Optimale Operation.

Nach 38 Monaten: Pat. klagt über Anlaufschmerz, vorzeitiges Ermüden, Schwellungsneigung u. starker Einschränkung der Gebrauchsfähigkeit; hält Resultat für ausreichend.
Ext/Flex re 5 - 0 - 30, li 15 - 0 - 40
Röntgen: Die vorbestehende mittlere Arthrose mit massiver Synostosierung lateral und stark ausgeprägter Verkalkung im Deltaband bei seitengleichem tibio-fibularen Gelenkspalt hat sich nicht weiter verschlechtert.

Problematik der Statistik: Ein gutes Op-Ergebnis wird durch vorbestehende Arthrose stark beeinträchtigt. Klassifizierung hier nutzlos.

a) Unfallbild

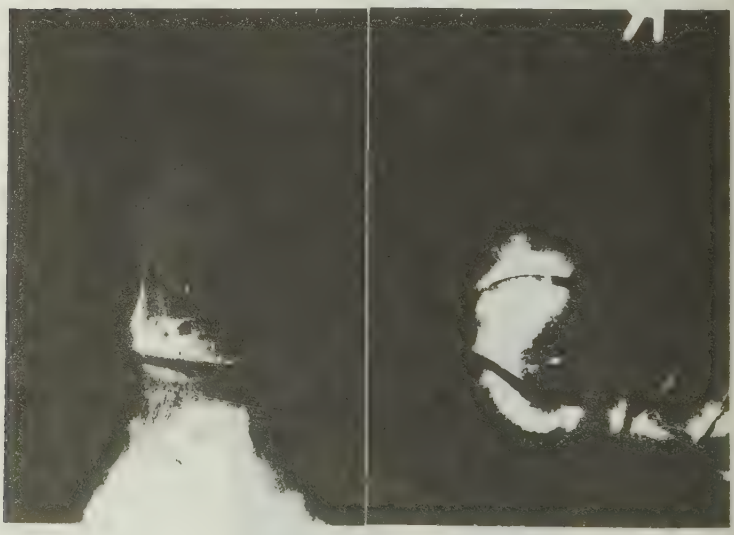
Abb. 4

b) postoperatives Bild
(1. Operation)

H.S., 22j., ♂, Angestellter,
Nr. 77
Aus einem Fenster in 3 m Höhe gesprungen.
Isolierte Abscherfraktur eines vord. Tibiakantenfragments re., PILON-TIBIAL-FRAKTUR, Spaltbruch.
Fixation mit Spongiosaschrauben.
Interop. Rö.ko. zeigt anatomische Stellung; bei postop. Rö.ko. Fragmentverschiebung.
Reoperation und Fixation des dislozierten Fragmentes mit 2 Zugschrauben.

Nach 60 Monaten: Beim in die Hocke gehen Fußabroll-bewegung eingeschränkt,

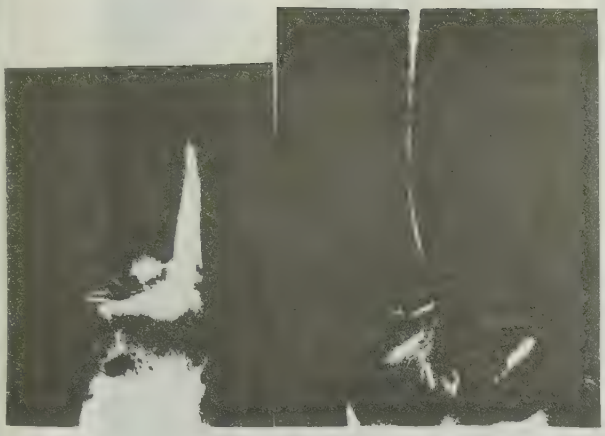
c) postoperatives Bild (2. Operation)



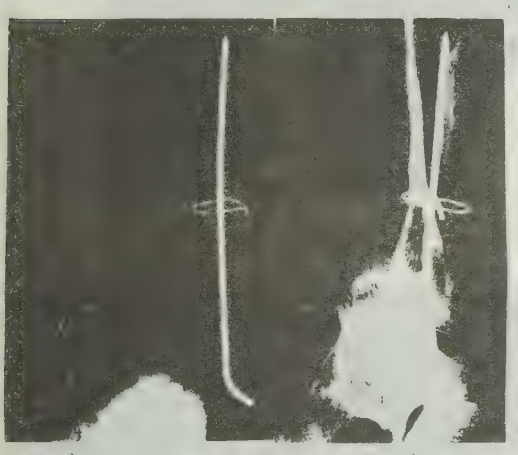
d) Nachuntersuchungsbild nach 60 Mon.

sonst keine Klagen, mit dem Ergebnis sehr zufrieden.
Ext/Flex re 0 - 0 - 45, li 10 - 0 - 45
Röntgen: stufenlose Ausheilung, keine Arthrose.

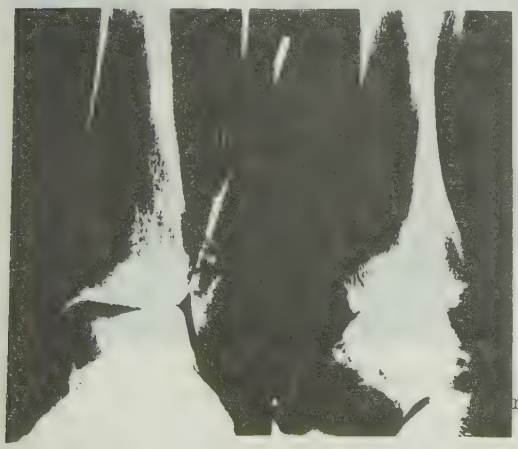
Sprengwirkung des Talus bei Compression des oberen Sprunggelenkes mit plastoplastischem Ausgleich.
Bedeutung der stabilen Fixation.



a) Unfallbild b)



c) post Op-Bild d)



nach 64 Monaten

M.P., 48j., ♀ ,Tierärztin,Nr.56.
Treppe hinuntergestürzt.
Luxationsfraktur li.,Typ B,SE IV
Außenknöchelschrägfraktur,
Syndesmosenriß,Innenbandruptur,
kleines Tibiahinterkantenfragmen

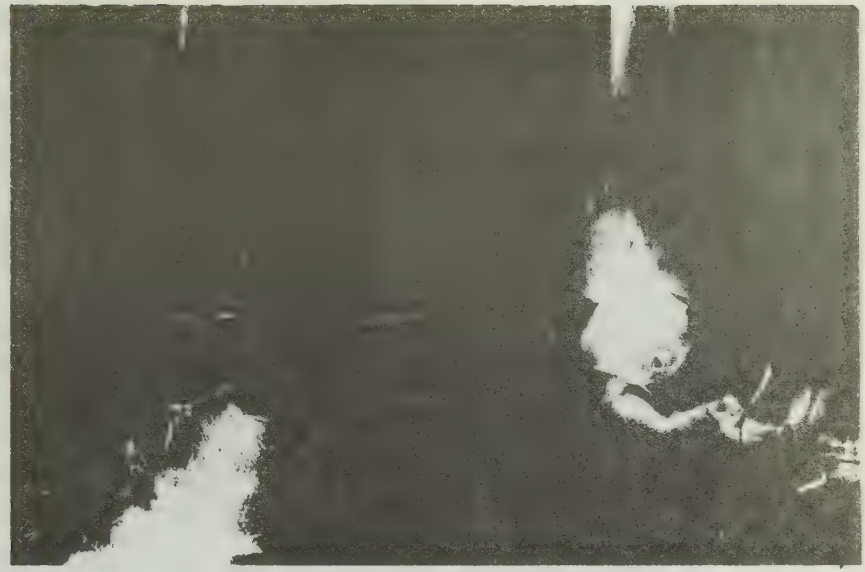
Adaptation der Fibulafraktur
durch Drahtschienung u. Cerclage
Naht der Syndesmose.

Nach 64 Monaten: Schwellungs-
neigung,sonst sehr zufrieden.
Funktion Ext/Flex re. 10-0-40
li. 0-0-45
Rö.: Leichte subchondrale
Sklerosierung, keine Arthrose-
zeichen.

Gutes Ergebnis bei Minimal-
osteosynthese.

a) Unfallbild

b) postoperatives Bild

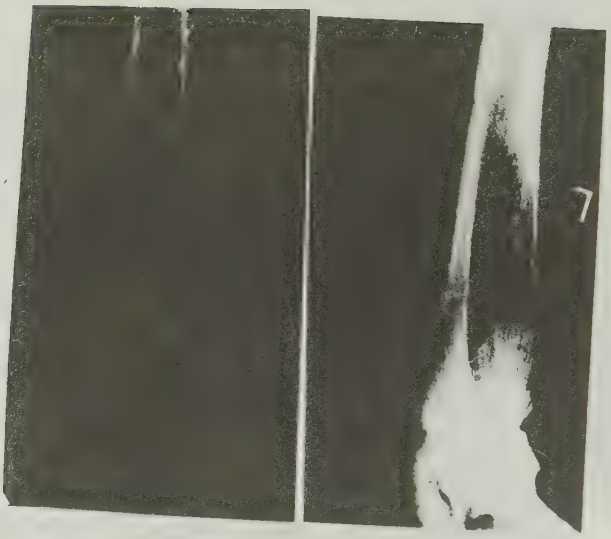


c) Nachuntersuchungsbild nach 96 Monaten

L.S., 60j., ♂, Arbeiter, Nr. 75
Zu Hause im Hof ausgerutscht u. gestürzt. Luxationsfraktur li., Typ C bzw. PE IV.
Hohe Fibulafraktur, kleines Tibiahinterkantenfragment. Transsyndesmale Verschraubung mit Doppelkopfschraube, keine Naht der Syndesmose.

Nach 12 Monaten: Metallose mit chron. granulierender Entzündung (histologisch). Pat. gibt brennende Schmerzen im Op-Gebiet an.
Metallentfernung nach 14 Monaten.

Nach 96 Monaten: keine Klagen, Pat. sehr zufrieden.
Ext/Flex re 10 - 0 - 40, li 5 - 0 - 40
Röntgen: geringe Verkalkung im Syndesmosenbereich, keine Arthrose. Korrekte Gabelbreite.

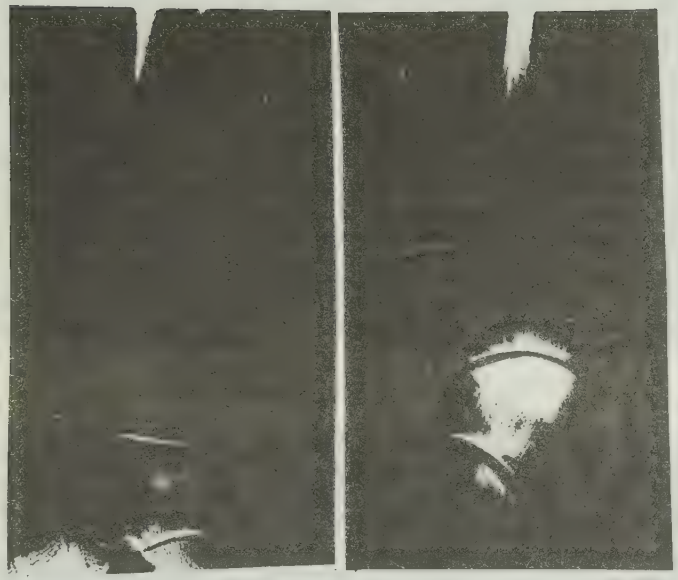


a) Unfallbild b) Unfallbild

c) 3 Monate post Op

P.S., 62j., ♀, Rentnerin, Nr.70
Im Hausflur ausgerutscht und gestürzt.
Hohe Fibulafraktur u. Abrißfraktur des Innenknöchels li., Typ C,PE III.
Schicksal der Syndesmose unbekannt; dem Frakturtyp nach müsste sie gerisse sein, röntgenologisch jedoch keine Gabelsprengung erkennbar.

Op 3 Wochen nach Unfall: Innenknöchel-verschraubung.Es entwickelt sich eine Innenknöchelpseudarthrose, die durch Reoperation mittels Verschiebespan zur Ausheilung gebracht werden kann.

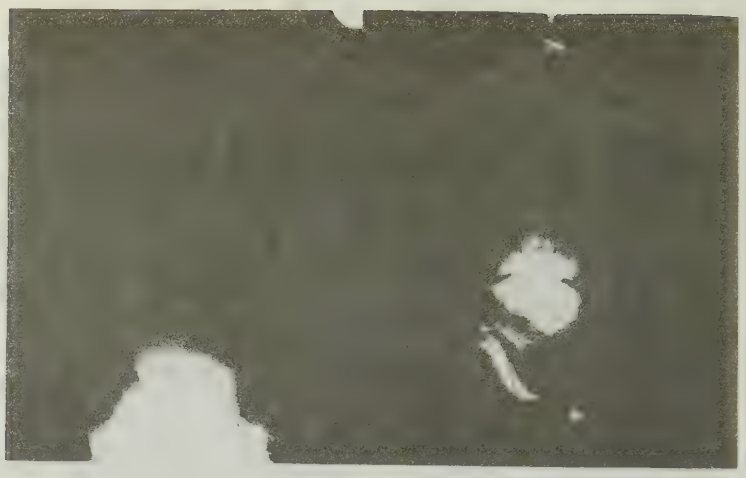


d) Nachuntersuchung e) nach 64 Monaten

Abb. [illegible]

Nach 64 Monaten: Pat. klagt über vorzeitiges Ermüden, Schwellungsneigung; beurteilt das Ergebnis mit gut.
Funktion Ext/Flex: re5-0-45, li 5-0-25
Rö.: Vermehrte Sklerosierung der tragenden Gelenkflächen , keine Arthrose.

Der einzig durchgeführte Eingriff, die Innenknöchelverschraubung, führte zur Pseudarthrose. Der Zustand der Syndesmose wurde nicht überprüft. Trotzdem zufriedenstellendes Ergebnis.

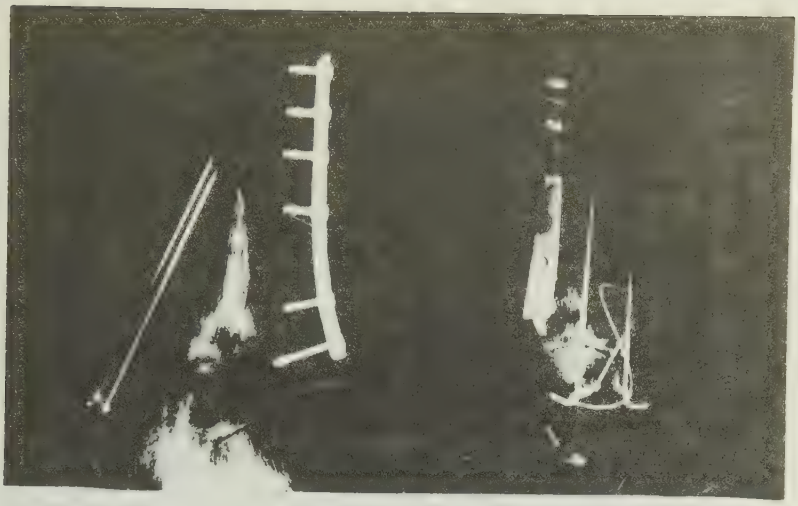


a) Unfallbild

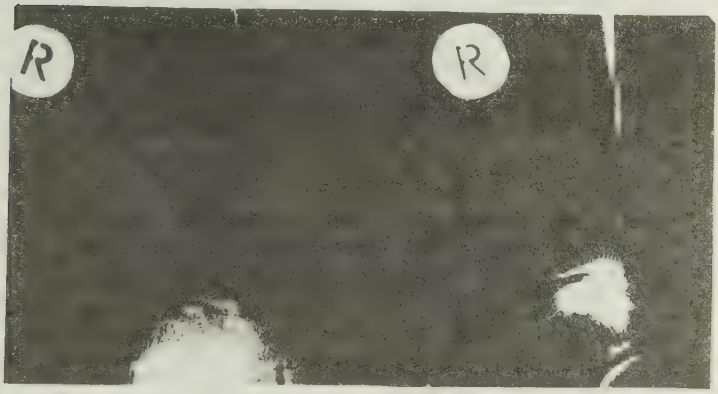
b) postoperatives Bild

Abb. 1

B.P., 79j., ♀, Rentnerin, Nr. 55
Bei Spaziergang gestürzt. Bimalleoläre Luxationsfraktur links, Typ C bzw. PE III. Hohe Fibulafraktur mit Syndesmosenriß. Innenknöchelabriß.
Verplattung der Fibula unter Verkürzung, Stellschraube und Naht der Syndesmose, Zuggurtung am Innenknöchel.
Valgusverkippung des Talus mit Unterbrechung d. Knöchellinie



c) Nachuntersuchungsbild nach 18 Monaten



d) Gesunde rechte Seite zum Vergleich

[illegible]

Nach 18 Monaten: Pat. klagt über Anlaufschmerz, Nachtschmerz, vorzeit. Ermüden und Unsicherheitsgefühl. Ext/Flex rechts 0 - 0 - 50, links 0 - 10 - 40; Röntgen: Gabelspaltverbreiterung; schwere Arthrose mit völligem Knorpelverschleiß d. tragenden Gelenkflächen. (Gesunde rechte Seite zum Vergleich)

Selbst bei Berücksichtigung des Alters muß man die Fibulaverkürzung mit Valgusstellung als Ursache der frühzeitig entstandenen schweren Arthrose annehmen.

ZUSAMMENFASSUNG

Bei 106 von 167 Patienten (63,5 %) mit Frakturen am oberen Sprunggelenk aus den Jahren 1968 bis 1975 konnte durchschnittlich 43 Monate nach der Operation eine Nachuntersuchung durchgeführt werden. Aufgrund der statistischen Überprüfung kann das nachuntersuchte Kollektiv als repräsentativ für das gesamte Krankengut angesehen werden.

Als Maß für den Schweregrad der Verletzung wurden die Klassifikationen der Sprunggelenksfrakturen nach WEBER und nach LAUGE-HANSEN verwendet. Darüber hinaus wurde die Zahl der Einzelläsionen, das heißt der Fibula, der Syndesmose, des Innenknöchels und der Tibiabasis berücksichtigt. Bei 70,1 % der Verletzten waren 3 bis 4 Einzelstrukturen lädiert.

Die Überprüfung des postoperativen Ergebnisses zeigte bei 26,3 % der Osteosynthesen aufgrund operationstechnischer Mängel ein unbefriedigendes Resultat. Dabei konnten Frakturen mit 1 bis 2 Einzelläsionen immer fehlerlos versorgt werden, schwere Frakturen mit 3 bis 4 Einzelverletzungen boten größere operationstechnische Schwierigkeiten und konnten nur in 68 % der Fälle optimal versorgt werden.

Dementsprechend mußte für die Entstehung einer Arthrose in 75 % der Fälle ein schlechtes Operationsergebnis verantwortlich gemacht werden. Darüber hinaus war auch bei optimal versorgten Luxationsfrakturen vom Schweregrad III und IV die Arthroserate signifikant erhöht. Das Vorliegen einer Luxationsfraktur zeigt also einen so großen biologischen Schaden an, daß in etwa 10 % der operierten Sprunggelenksfrakturen auch bei optimaler Osteosynthese eine Arthrose nicht vermeidbar ist. Die Feststellung einer Luxationsfraktur und eine höhere Anzahl von Einzelläsionen halten wir deshalb für prognostisch aussagekräftiger als die Klassifizierung nach WEBER.

Bezüglich der Funktion zeigte die Dorsalextension den engsten Zusammenhang mit dem Schweregrad der Fraktur und mit der Arthroserate. Die Einschränkung der Dorsalextension konnte als einziger klinischer Indikator für eine verbliebene Gelenksschädigung verwendet werden.

Die subjektive Einschätzung der Frakturfolgen ließ keinen Zusammenhang mit der Höhe der Arthroserate nachweisen. Allein eine objektive Funktionseinbuße bei Dorsalextension zeigte eine Korrelation mit der Beurteilung durch den Patienten.

Insgesamt wurden 70,4 % gute und sehr gute Ergebnisse gefunden, 17,4 % wurden noch für ausreichend gehalten und 12,2 % der Resultate mußten als schlecht eingestuft werden.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1. Amthor, K.J. ; Otto, W.
Zur Technik der Sprunggelenksstabilisierung
Zbl. Chir. 97, 1656 (1972)

2. Ashurst, A.P.C. ; Bromer, R.
zit. nach Magnusson (70)

3. Barnett, C.H. ; Napier, J.R.
The Axis of Rotation at the Ankle Joint in Man.
Its Influence upon the Form of the Talus and the
Mobility of the Fibula.
J. Anat. 86, 1 (1952)

4. Bartusch, L. ; Welsch, K.H.
Behandlungsergebnisse der operativen Rekonstruktion des oberen Sprunggelenkes
Langenbecks Arch. Chir. 342, 567 (1977)

5. Beck, E. ; Brade, A. ; Schneider-Sickert, F. ;
Ziernhöld, G.
Ergebnisse nach operativ behandelten Knöchelbrüchen
Unfallheilk. 81, 309 (1978)

6. Böhler, L.
Die Technik der Knochenbruchbehandlung
Maudrich, Wien 12. Aufl. 1957

7. Boettcher, J. ; Kovacicek, St.
Fehler und Gefahren bei der operativen Versorgung
der Frakturen des oberen Sprunggelenkes
Chirurg 40, 213 (1969)

8. Brodie, J.A.D.D. ; Denham, R.A.
The Treatment of Unstable Ankle Fractures
J. Bone Jt. Surg. 56-B, 256 (1974)

9. Buchholz, H.W. ; Engelbrecht, E. ; Siegel, A.
Totale Sprunggelenksendoprothese Modell "St. Georg"
Chirurg 44, 241 (1973)

10.Burwell, H.N. ; Charnley, A.D.
The Treatment of Displaced Fractures at the Ankle by Rigid Internal Fixation and Early Joint Movement
J. Bone Jt. Surg. 47-B, 634 (1965)

11.Cedell, C.-A.
Supination - Outward Rotation Injuries of the Ankle. A Clinical and Roentgenological Study with Special Reference to the Operative Treatment.
Acta orthop. scand. suppl. No. 110 (1967)

12.Cedell, C.-A.
Ankle Lesions
Acta orthop. scand. 46, 425 (1975)

13.Chaput, V. zit. nach Weber(133)

14.Charnley, J.
The Closed Treatment of Common Fractures
3 d. Ed., Livingstone, Edinburgh, London (1963)

15.Compere, E.L.
Supramalleolar Fractures Combined with Luxation of the Ankle Joint
Reconstr. Surg. Traum., vol. 3, 1
Karger, Basel - New York 1960

16.Cotta, H.
Präarthrose und präarthrotische Deformität.
Eine Studie zur Erweiterung des Begriffs von Hackenbro
Z. orthop. 112, 8 (1974)

17.Danis, R.
Théorie et Pratique de l'Osteosynthèse
Paris: Masson et Cie. (1949)

18.Decker, S. ; Müller-Färber, J. ; Wessely, J.
Ergebnisse der Plattenosteosynthese am äußeren Knöchel
Hefte z. Unfallheilk. 131, 65 (1978)

19.Destot, E. zit. nach Weber (133)

20.Dick, W. ; Hencke, H.R. ; Morscher, E.
Der Knorpelschaden nach Patellafraktur
Arch. orthop. Unfall-Chir. 81, 65 (1975)

21.Diehl, K. ; Hort, W.
Behandlung der posttraumatischen Fußarthrose mit Arthrodese
Zschr. Unf. med. Berufskr. 68, 47 (1974)

22.Dinstl, K. ; Spängler, H.
Über Luxationsfrakturen im Bereich des oberen Sprunggelenkes
Arch. orthop. Unfall-Chir. 55, 317 (1963)

23.Dupuytren, G. zit. nach Lauge - Hansen (64)

24.Dürig, M. ; Zeugin, M. ; Rüedi, Th.
Vergleichende Ergebnisse nach operativer Versorgung von Pilon-tibial-Frakturen an zwei verschiedenen Kliniken
Hefte z. Unfallheilk. 131, 158 (1978)

25.Dzikonski, C. ; Arnold, K. ; Schumacher, D.
Zur Technik der operativen Behandlung der Malleolarfrakturen
Zbl. Chir. 97, 1663 (1972)

26.Engelbrecht, E.
Die Versorgung tibio-fibularer Syndesmosenssprengungen mit dem Syndesmosenhaken
Chirurg 42, 92 (1971)

27.Fasol, P.
Erfahrungen mit der AO-Drittelrohrplatte bei der Stabilisierung von Außenknöchelfrakturen
Helv. chir. Acta 43, 233 (1976)

28. Fekete, G. ; Kazar, G.
Die Wirkung der Verkalkung der Syndesmolyse auf das Schicksal der Pseudarthrose des inneren Knöchels
Unfallheilk. 79, 523 (1976)

29. Felsenreich, F.
Die Klinik der "posttraumatischen Arthritis" und verwandter Zustände
Wien. Med. Wschr. 87, 1140 u. 1163 (1937)

30. Fick, R. zit. nach Reimers (98)

31. Forudastan, H.
Zur AO-Osteosynthese von Knöchelbrüchen: Ergebnisse nach fünf Jahren
Arch. orthop. Unfall-Chir. 68, 42 (1970)

32. Freeman, M.A.R. ; Wyke, B.
The Innervation of the Ankle Joint
Acta Anat. 68, 321 (1967)

33. Friedebold, G.
Ergebnisse der Spätversorgung von Luxtionsfrakturen des oberen Sprunggelenkes
Hefte z. Unfallheilk. 131, 76 (1978)

34. Fröhlich, P. ; Müller, Th.
Die Schüppchenfraktur - eine seltene Begleitverletzung des oberen Sprunggelenkes
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 24, H 4, 228 (1977)

35. Gherlinzoni, G. et al. zit. nach Lecestre (66)

36. Gögler, E.
Erfahrungen mit einer Gemeinschaftserhebung über Verkehrsunfälle
Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 817 (1963)

37. Grafe, H. ; Hecht, S.
Über die Anwendung der Hemicerclage zur Stabilisierung der Fibula bei Knöchelfrakturen
Zbl. Chir. 97, 1661 (1972)

38. Griesser, G. ; Schoen, D.
Erfahrungen mit einer Gemeinschaftserhebung
Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 824 (1963)

39. Hackenbroch, M.
Über funktionelle Insuffizienz, Arthrose und
Präarthrose
Z. Orthop. 112, 23 (1974)

40. Hackenbruch, W.
Die Pilon - Fraktur des Skifahrers
Fortschr. Med. 95, 219 (1977)

41. Hansson, C.J. zit. nach Weber (133)

42. Heim, U. ; Pfeiffer, K.M.
Periphere Osteosynthesen
Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1974

43. Heim, U.
Die Verletzung des medialen Bandapparates am oberen
Sprunggelenk und ihre Behandlung
Hefte z. Unfallheilk. 131, 125 (1978)

44. Helferich, H.
Frakturen und Luxationen
J. F. Lehmann's Verlag, München (1914)

45. Henkemeyer, H. ; Püschel, R. ; Burri, C.
Experimentelle Untersuchungen zur Biomechanik der
Syndesmose
Langenbecks Arch. Chir. , Suppl. Chir. Forum 5369 (1975)

46. Henkemeyer, H. ; Burri, C. ; Bargon, G.
Ergebnisse nach chirurgischer Versorgung von
42 Syndesmosenverletzungen
Helv. chir. Acta 43, 485 (1976)

47. Henkemeyer, H.
Verletzungen der Syndesmose
Hefte z. Unfallheilk. 131, 89 (1978)

67. Lewis, J.L.
The Effect of Ankle-Injury Forces
J. Bone Jt. Surg. 46-A, 1380 (1964)

68. Lindenmaier, H.L. ; Kuner, E.H.
Bandverletzungen bei der Luxationsfraktur des oberen Sprunggelenkes
Unfallchirurgie 2, 28 (1976)

69. Maatz, R. ; Nonnemann, H.C.
Bericht über 938 bimalleoläre Luxationsfrakturen
1. Teil. Operationstechnik und Frühergebnisse
Chirurg 44, 456 (1973)

70. Magnusson, R.
On the Late Results in non Operated Cases of Malleolar Fractures. A Clinical, Roentgenological, Statistical Study. Fractures by External Rotation
Acta Chir. Scand. 9 Suppl. 84 (1944)

71. Maisonneuve, M.J.G.zit. nach Hönigschmied (50)

72. Martinek, H. ; Egkher, E.
Untersuchungen zur Biomechanik des oberen Sprunggelenkes bei Verkürzung des Außenknöchels
Arch. Orthop. Traum. Surg. 91, 39 (1978)

73. Martinez, C. et al. zit. nach Lecestre (64)

74. Matti, H.
Die Knöchelbrüche und ihre Behandlung
Springer, Berlin 1918

75. McMasters, J.H. ; Scranton, P. E.
Tibiofibular Synostosis - A Cause of Ankle Disability
Clin. Orthop. 111, 174 (1975)

76. Meachim, G.
Cartilage Fibrillation at the Ankle Joint in Liverpool Necropsies
J. Anat. 119, 601 (1975)

77. Montmollin, B. de
Les arthroses post-traumatiques des membres inférieurs. Pathogénie et prevention
Zschr. Unf. med. Berufskr. 68, 22 (1974)

78. Morscher, E.
Mikrotrauma und traumatische Knorpelschäden als Arthroseursache
Zschr. Unf. med. Berufskr. 67, 220 (1974)

79. Müller, J. ; Plaass, U. ; Willenegger, H.
II. Spätergebnisse nach operativ behandelten Malleolarfrakturen
Helv. chir. Acta 38, 329 (1971)

80. Müller, J. ; Bachmann, B. ; Willenegger, H.
Malleolarfrakturen - Therapie und Ergebnisse
Hefte z. Unfallheilk. 131, 47 (1978)

81. Müller, K.H. ; Prescher, W.
Posttraumatische Osteomyelitis nach distalen intraarticulären Unterschenkelfrakturen (Frakturen des Pilon tibial)
Hefte z. Unfallheilk. 131, 163 (1978)

82. Müller, M.E. ; Allgöwer, M. ; Willenegger, H.
Technik der operativen Frakturenbehandlung
Springer Verlag, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1963

83. Müller, M.E. ; Allgöwer, M. ; Willenegger, H.
Die Gemeinschaftserhebung der Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 304, 817 (1963)

84. Müller, M.E. ; Allgöwer, M. ; Schneider, R. ; Willenegger, H.
Manual der Osteosynthese. AO Technik.
2. Aufl. Springer, Berlin-Heidelberg-New York 1977

85. Müller, W.
Ergebnisse operativ versorgter Sprunggelenksbrüche
Mschr. Unfallheilk. 78, 305 (1975)

86. Muschter, K.
Regressive Veränderungen der Syndesmosenstrukturen bei konservativ behandelten Sprunggelenkstraumen
Zbl. Chir. 100, 785 (1975)

87. Neupert, V. ; Pannenborg, G. ; Usbeck, W.
Zur Bedeutung der "posttraumatischen Schwellung" nach Frakturen im Bereich des oberen Sprunggelenkes
Dt. Gesundh. Wesen 32, Heft 29, 1375 (1977)

88. Niethard, F.U. ; Plaue, R.
Das hintere Tibiakantenfragment als prognostisches Kriterium
Arch. orthop. Unfall-Chir. 87, 213 (1977)

89. Oberhofer, G.
FORTRAN für die medizinische Dokumentation
in: Koller, S. ; Wagner, G.
Handbuch der medizinischen Dokumentation und Datenverarbeitung
F. K. Schattauer, Stuttgart - New York 1975

90. Pankarter, F.
Ergebnisse nach operativer Versorgung von Verletzungen (Frakturen) des oberen Sprunggelenkes
Unfallheilk. 80, 243 (1977)

91. Paul, D.
Konservative und operative Versorgung offener Malleolarfrakturen
Zbl. Chir. 98, 1589 (1973)

92. Petit , J.L. zit. nach Lauge - Hansen (64)

93. Plaue, R. ; Hinz, P.
Fehlerquellen der operativen Behandlung von Sprunggelenksverletzungen
Arch. orthop. Unfall- Chir. 67, 303 (1970)

94. Pott, P. zit. nach Lauge - Hansen (64)

95. Quenu, E. zit. nach Lauge - Hansen (64)

96. Ramsey, P.L. ; Hamilton, W.
Changes in Tibiotalar Area of Contact Caused by Lateral Talar Shift
J. Bone Jt. Surg. 58-A, 356 (1976)

97. Reichmann, W. ; Larena, A.
Gelenknahe Unterschenkelfrakturen
Chirurg 40, 208 (1969)

98. Reimers, C.
Die Brüche des fußnahen Unterschenkelabschnittes
Dtsch. Z. Chir. 276, 260 (1953)

99. Renné, J. ; Meinhardt, U.
Die posttraumatische Arthrose nach Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenkes
Z. Orthop. 112, 718 (1974)

100. Reschauer, R. ; Paul, K. ; Szyskowitz, R.
Die operative Behandlung der Knöchelfrakturen aus der Sicht der Spätergebnisse
Langenbecks Arch. Chir. 345, 605 (1977)

101. Richter, J. ; Wagemann, W. ; Märtens, H.
Schäden nach konservativer Behandlung von Frakturen des oberen Sprunggelenkes
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 22, 73 (1975)

102. Riede, U.N. ; Schenk, R.K. ; Willenegger, H.
Gelenkmechanische Untersuchung zum Problem der posttraumatischen Arthrosen im oberen Sprunggelenk
I. Die intraartikuläre Modellfraktur
Langenbecks Arch. Chir. 328, 258 (1971)

103. Riede, U.N. ; Heitz, Ph. ; Rüedi, Th.
Gelenkmechanische Untersuchung zum Problem der posttraumatischen Arthrosen im oberen Sprunggelenk
II. Einfluß der Talusform auf die Biomechanik des oberen Sprunggelenkes
Langenbecks Arch. Chir. 330, 174 (1971)

104. Riede, U.N. ; Schweizer, G. ; Marti, J.; Willenegger, H.
Gelenkmechanische Untersuchung zum Problem der posttraumatischen Arthrosen im oberen Sprunggelenk
III. Funkt.-morphometrische Analyse d. Gelenkknorpels
Langenbecks Arch. Chir. 333, 91 (1973)

105. Rockenstein, R.
Die frischen lateralen Bandverletzungen am oberen Sprunggelenk
Hefte z. Unfallheilk. 131, 105 (1978)

106. Roesler, H.
Die biomechanische Berechnung der Belastung am oberen Sprunggelenk für freie stabile Gliedmaßenstellung
Z. Orthop. 114, 397 (1976)

107. Rohen, J.W.
Funktionelle Anatomie des Menschen
F. K. Schattauer Verlag, Stuttgart - New York 1975

108. Rüedi, Th. ; Matter, P. ; Allgöwer, M.
Die intraartikulären Frakturen des distalen Unterschenkelendes
Helv. chir. Acta 35, 556 (1968)

109. Rüedi, Th.
Frakturen des Pilon Tibial: Ergebnisse nach 9 Jahren
Arch. orthop. Unfall-Chir. 76, 248 (1973)

110.Rüedi, Th. ; Allgöwer, M.
Spätresultate nach operativer Behandlung der Gelenkbrüche am distalen Tibiaende (sog. Pilon-Frakturen)
Unfallheilk. 81, 319 (1978)

111.Rüster, D. ; Wolf, W. ; Prange, P.
Fehler bei der operativen Behandlung von Brüchen des oberen Sprunggelenkes
Zbl. Chir. 97, 327 (1971)

112.Rüter, A.
Einteilung und Behandlung von Frakturen des Pilon tibial
Hefte z. Unfallheilk. 131, 143 (1978)

113.Sachs, L.
Angewandte Statistik
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1974

114.Sarkisian, J.S. ; Cody, G.W.
Closed Treatment of Ankle Fractures: A New Criterion for Evaluation - a Review of 250 Cases
J. Trauma 16 (4), 323 (1976)

115.Sauer, H.-D. ; Jungfer, E. ; Jungbluth, K.H.
Experimentelle Untersuchungen zur Reißfestigkeit des Bandapparates am menschlichen Sprunggelenk
Hefte z. Unfallheilk. 131, 37 (1978)

116.Schauwecker, F. ; Weller, S. ; Eck, Th.
Die frische anbehandelte Knöchelfraktur
Z. Orthop. 114, 674 (1976)

117.Schenk, R.
Anatomie des oberen Sprunggelenkes
Hefte z. Unfallheilk. 131, 1 (1978)

118.Schulitz, K.P. ; Dustmann, H.O. ; Puhl, W.
Die Entwicklung der posttraumatischen Arthrose am Beispiel des Schienbeinkopfbruches
Arch. orthop. Unfall-Chir. 76, 136 (1973)

119. Schulte, J. ; Burri, C.
Verletzungen des medialen Bandapparates am oberen Sprunggelenk - Ergebnisse
Hefte z. Unfallheilk. 131, 137 (1978)

120. Schulze, G.
Osteosynthese bei Knochenbrüchen mit Beteiligung des oberen Sprunggelenkes
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 23, 154 (1976)

121. Seiler, H. ; Schweiberer, L.
Diagnostik und Therapie frischer und veralteter Bandverletzungen im Sprunggelenksbereich
Chirurg 48, 756 (1977)

122. Seiler, H. ; Holzrichter, D.
Primäre Außenbandnaht am oberen Sprunggelenk bei Ruptur - Ergebnisse
Hefte z. Unfallheilk. 131, 116 (1978)

123. Selbmann, H.K. ; Raab, A.
SAVOD - Q Benutzerhandbuch
Technischer Bericht Nr. 3, ISB München 1976

124. Selbmann, H.K. ;
Zur interaktiven Auswertung medizinischer Massendaten
in: Koller, S. ; Reichertz, P.L. ; Überla, K.
Medizinische Informatik und Statistik
Bd. 2 Alternativen medizinischer Datenverarbeitung
Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1976

125. Spier, W.
Patophysiologie der knöchernen Verletzungen des oberen Sprunggelenkes
Hefte z. Unfallheilk. 131, 23 (1978)

126. Stadler, J. ; Gauer, E. ; Rüedi, Th.
Operativ versorgte Malleolarfrakturen - Ergebnisse nach 3 - 4 Jahren mit besonderer Berücksichtigung des Talusprofils
Arch. orthop. Unfall- Chir. 82, 311 (1975)

127. Tauber, J. ; Lanolt, M. ; Willenegger, H.
I. Spätergebnisse nach konservativ behandelten Knöchelbrüchen
Helv. Chir. Acta 38, 323 (1971)

128. Teubner, E. ; Jandali, A. ; Schmoller, G. von
Spätergebnisse der konservativen Therapie von Malleolarfrakturen und die operative Behandlung von Gabelsprengungen mit der Syndesmosenklammer nach Cedell
Zbl. Chir. 99, 1328 (1974)

129. Tillaux, P. zit. nach Weber (133)

130. Trentz, O. ; Oestern, H.J.
Therapie der traumatischen Knorpelläsion am oberen Sprunggelenk
Hefte z. Unfallheilk. 131, 252 (1978)

131. Vitelli, H.P.
Stoffwechselstörungen des Skeletts
in: Zenker, R. ; Deucher, F. ; Schink, W.
Chirurgie der Gegenwart, Band 5 1974

132. Volkmann, R. von
Beiträge zur Chirurgie
Leipzig, Breitkopf u. Härtel 1875

133. Weber, B. G.
Aktuelle Probleme in der Chirurgie, Band 3
Die Verletzungen des oberen Sprunggelenkes
Verlag H. Huber, Bern-Stuttgart-Wien 1966 /1972

134. Weber, B. G.
Frakturen und Bandverletzungen im oberen Sprunggelenk
in: Zenker, R. ; Deucher, F. ; Schink, W.
Chirurgie der Gegenwart
Band 4, Unfallheilkunde, S 1 1974

135. Weigert, M. ; Friedebold, G. ; Klems, H. ; Pachowsky, H. Luhnau, J.
Die operative Wiederherstellung des verletzten oberen Sprunggelenkes - richtige und falsche Technik
Arch. orthop. Unfall-Chir. 75, 14 (1973)

136. Weigert, M.
Frührekonstruktion von anbehandelten Sprunggelenksverletzungen
Z. Orthop. 114, 673 (1976)

137. Weller, S. ; Knapp, U. ; Eck, Th.
Ergebnisse nach Korrektureingriffen am oberen Sprunggelenk
Sammelstudie der Deutschen Sektion der AO Internationa
Unfallheilk. 80, 213 (1977)

138. Welz, K. ; Bernhard, G. ; Kurz, W. ; Paul, D.
Osteosynthese bei Knochenbrüchen mit Beteiligung des oberen Sprunggelenkes
Beitr. Orthop. u. Traumatol. 23, 149 (1976)

139. Willenegger, H. ; Weber, B.G.
II. Malleolarfrakturen
in: Müller, M.E. ; Allgöwer, A. ; Willenegger, H.
Technik der operativen Frakturenbehandlung
Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1963

140. Willenegger, H. ; Weber, B.G.
Malleolarfrakturen
Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 489 (1965)

141. Willenegger, H.
Spätergebnisse nach konservativ und operativ behandelten Malleolarfrakturen. Einführung.
Helv. chir. Acta 38, 321 (1971)

142. Willenegger, H. ; Broghammer, H.
III. Spätkontrollen nach Korrektureingriffen bei ungenügend reponierten Malleolarfrakturen
Helv. chir. Acta 38, 337 (1971)

143. Wirth, C.J. ; Küsswetter, W. ; Jäger, M.
Biomechanik und Pathomechanik des oberen Sprunggelenkes
Hefte z. Unfallheilk. 131, 10 (1978)

144. Witt, A.N.
Supramalleoläre Frakturen kombiniert mit Luxationsfrakturen des oberen Sprunggelenks; ihre Gefahren für die Zirkulation und ihre Behandlung.
Wiederherstellungschir. u. Traumatol.
V. Karger, Basel - New York 1960

145. Witt, A.N.
Spätschäden bei Gelenkfrakturen des Knies, des oberen und unteren Sprunggelenkes
Langenbecks Arch. klin. Chir. 313, 509 (1965)

146. Yablon, J. ; Heller, F.G. ; Shonse, L.
The Key Role of the Lateral Malleolus in Displaced Fractures of the Ankle
J. Bone Jt. Surg. 59-A, 169 (1977)

Zum Schluß meiner Arbeit möchte ich Herrn Privat-Dozent Dr.med. H. ZENKER für die Überlassung des Themas und die wertvolle Hilfe beim Aufbau der Arbeit danken.

Herrn Prof.Dr.A.N. WITT, Direktor der Staatl. Orthopädischen Klinik München-Harlaching, danke ich für die Übernahme des Koreferates.

Frau Dipl.Volkswirt U. KELLHAMMER vom Institut für medizinische Informationsverarbeitung,Statistik und Biomathematik der Ludwig Maximilians-Universität München im Klinikum Großhadern (Prof.Dr. Dipl.Psych. K. ÜBERLA) schulde ich besonderen Dank für die hilfreiche Beratung und Unterstützung bei der Durchführung der statistischen Auswertung.

Lebenslauf

Ich, Michael Nerlich, wurde am 24.4.1953 in Landshut, Bayern, als erster Sohn des Facharztes für Chirurgie Dr.med. Georg Nerlich und seiner Ehefrau Magdalena, geb. Vandieken, geboren und römisch-katholisch getauft.

1959 trat ich in die Volksschule in Landshut ein, wechselte 1960 in die Volksschule Zwiesel, nachdem mein Vater am dortigen Kreiskrankenhaus zum Chefarzt der Chirurgischen Abteilung berufen worden war.

Ab 1963 besuchte ich das Gymnasium Zwiesel, wo ich im Juni 1972 die Reifeprüfung ablegte.

Im November 1972 begann ich das Studium der Medizin an der Ludwig Maximilians-Universität München, wo ich nach bestandener Ärztlicher Vorprüfung im August 1974 den ersten Teil der Ärztlichen Prüfung im August 1975 und den zweiten Teil im August 1977 ablegte. Von Oktober 1977 bis September 1978 absolvierte ich im Praktischen Jahr die Fächer Innere Medizin in der Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Landshut (Prof.Dr.J.Köhler), Chirurgie in der Chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses München-Schwabing (Dr.Hoffmeister) und Orthopädie in der Staatl. Orthopädischen Klinik München-Harlaching (Prof.Dr.A.N.Witt).
Nach bestandenem dritten Teil der Ärztlichen Prüfung erhielt ich am 15.November 1978 die Approbation als Arzt.

Seit dem 15.Januar 1979 bin ich als Assistenzarzt in der Unfallchirurgischen Klinik der Medizinischen Hochschule Hannover (Prof.Dr.H.Tscherne) beschäftigt.